

# PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

## FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

### LA IMPORTANCIA DEL DESARROLLO Y DESENVOLVIMIENTO DE LOS PROVEEDORES Y SUS PRODUCTOS PARA EL PROGRESO DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES

Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, que presenta el bachiller:

**Marco Antonio Fabián Palomino**

**Asesora: Magíster Sofía Lilianne Villagarcía Zegarra**

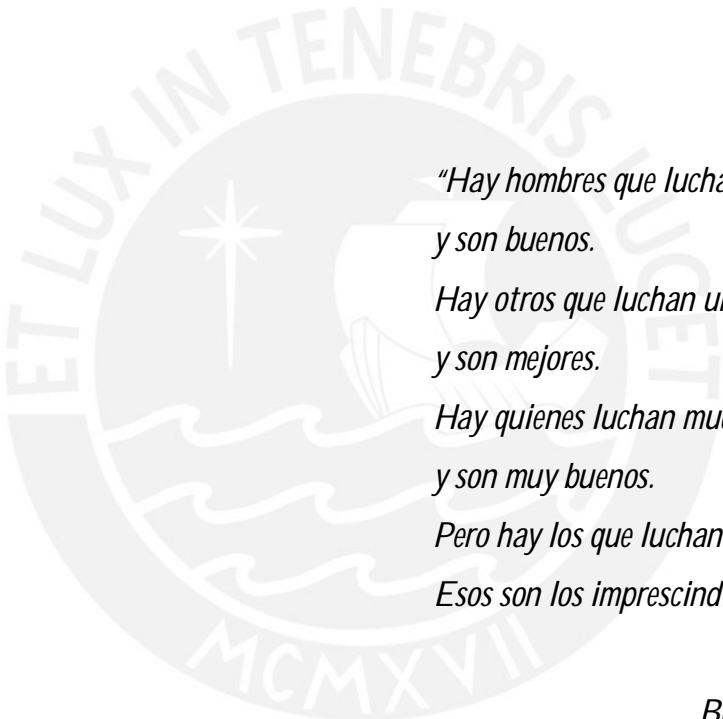
Lima, agosto del 2009

## DEDICATORIA



A mis padres, Bertha y Glirio  
por el ejemplo de vida que  
siempre seguiré.

En memoria a Andrés Avelino Cáceres uno de los máximos héroes peruanos de todos los tiempos.

A large, faint watermark of the Pontificia Universidad Católica del Perú logo is centered in the background. It features the same circular emblem with a sun, a cross, and the text "ET LUX IN TENEBRIS LUCET" and "MCMXVII".

*“Hay hombres que luchan un día,  
y son buenos.  
Hay otros que luchan un año,  
y son mejores.  
Hay quienes luchan muchos años,  
y son muy buenos.  
Pero hay los que luchan toda la vida;  
Esos son los imprescindibles”*

*Bertolt Brecht*

## AGRADECIMIENTOS

A mi madrecita, una gran mujer, por su inestimable cariño, comprensión y apoyo en los momentos más difíciles, es a ti a quien debo todo lo que soy.

A mi padre, ejemplo de profesional, por mostrarme las primeras piedras del camino correcto de la vida.

A mis hermanos queridos, Gino y Liz, por estar cerca a pesar de la distancia.

A mi tío Rodolfo por su apoyo incondicional en todo este tiempo.

A mi tía Consuelo por su admirable fortaleza para salir adelante.

Al padre Fernando Rodríguez por ser más que un mentor.

Al escritor Guillermo Delgado por ser uno de los primeros maestros en mostrarme el camino a la sabiduría.

A la Pontificia Universidad Católica del Perú por brindarme una educación democrática y de calidad; y haberme formado con competencias personales y sobre todo humanas.

A los profesores de la universidad por la sabiduría y la experiencia transmitida.

A la profesora Sofía Villagarcía por su buena voluntad, disponibilidad y haberme dado la oportunidad de realizar mi tesis.

A los profesionales y empresas que contribuyeron para el resultado de este trabajo:

Al Ing. Alejandro Garland – CML La Casa.

Al Ing. Álvaro Calmet – Krone-tec.

A los Ing. Julio Buleje, Sergio Trelles – JJC Contratistas Generales.

Al Ing. Antonio Aguilar – Prodac.

A mis primos, tíos y toda la querida familia.

A mis amigos por los momentos de estudio y diversión.



A la virgen María Auxiliadora por mostrarme la luz en la hora más oscura.

Y sobretodo, a Dios por la bendición de la vida y por darme fuerzas para salir adelante.



## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es mostrar la importancia de los proveedores en el sector construcción peruano y las ventajas competitivas que pueden alcanzar los agentes involucrados. El escenario se desarrolla dentro del contexto del florecimiento del subsector edificaciones que viene creciendo a un ritmo constante durante los últimos años.

Se presenta un marco teórico para reforzar la importancia de la logística en el sector construcción se incluye además el estudio de la cadena de abastecimiento y sistemas de entregas *Just-in-Time* para complementar la investigación. Luego se procede a estudiar las relaciones entre empresas constructoras y los proveedores, se expone también las ventajas que pueden obtenerse como resultado de formar alianzas entre constructores y proveedores, estos últimos resultan ser agentes estratégicos para la productividad del proceso de producción de edificios y para la calidad de los productos generados.

Complementando el trabajo, se presenta el estudio de tres proveedores que han introducido innovaciones tecnológicas en el subsector edificaciones, se describen sus estrategias utilizadas y los motivos que llevaron a una nueva concepción del producto así como su comercialización.

Finalmente se proponen directrices y conclusiones acerca del trabajo.

## SUMMARY

The objective of this paper is to show the importance of the suppliers in the peruvian construction sector and the competitive advantages that it can reach the agents involved. The scenery is developed within of the context of the flourishing of buildings subsector that is growing at a constant rate during the last years.

It presents a theoretical framework to reinforce the importance of the logistic in the construction sector also includes the study of supply chain and *Just-in-Time* delivery systems to complement the investigation. Then proceeds to study the relationship between construction companies and suppliers, also shows the benefits that can be obtained as a result of forming alliances between builders and suppliers, the later work out to be strategic agents to productivity of the buildings production process and the quality of products generated.

Complementing the work, it presents the study of three suppliers that have introduced technological innovations in the buildings subsector, describes its strategies used and reasons that took for a new conception of product as well as its marketing.

Finally guidelines and conclusions are proposed about this work.

## ÍNDICE

<b>I - LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>II - LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>ix</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>x</b>
 <b>CAPITULO 1 - INTRODUCCIÓN .....</b>	 <b>1</b>
1.1    Acerca de la práctica actual.....	2
1.2    Reconocimiento del problema.....	2
1.3    Objetivos del estudio .....	2
1.4    Metodología de la investigación.....	3
1.5    Alcance y Limitaciones del estudio .....	4
1.6    Estructura del trabajo.....	4
 <b>CAPITULO 2 - LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION EN EL PERU.....</b>	 <b>6</b>
2.1    Características del sector construcción.....	7
2.2    Subsectores en el sector construcción.....	8
2.2.1    El subsector construcción pesada o infraestructura .....	9
2.2.2    El subsector obras de montaje industrial .....	9
2.2.3    El subsector edificaciones.....	9
2.2.3.1    Características del subsector edificaciones .....	9
2.2.3.2    Condiciones actuales del subsector edificaciones en el Perú.....	11
2.3    Restricciones al desarrollo y a la competitividad .....	12
2.4    Potencialidades para el desarrollo del sector .....	12
2.5    Estrategias de competitividad .....	12
 <b>CAPITULO 3 - LOS PROVEEDORES DENTRO DEL CONTEXTO DE LA LOGÍSTICA,                     LA CADENA DE ABASTECIMIENTO Y EL JIT .....</b>	 <b>17</b>
3.1    Logística.....	17
3.1.1    La logística en empresas constructoras.....	17
3.1.2    Logística en la construcción .....	19
3.1.2.1    Definición.....	19
3.1.2.2    Subdivisión de la logística en la construcción .....	20
1.    Logística de Abastecimiento.....	20
2.    Logística de obra.....	21
3.1.3    Costo Total integrado .....	21
3.2    Sistemas de gestión de producción.....	22
3.2.1    Just-in-time .....	22
3.2.1.1    Definición del JIT .....	22
3.2.1.2    Objetivos.....	23

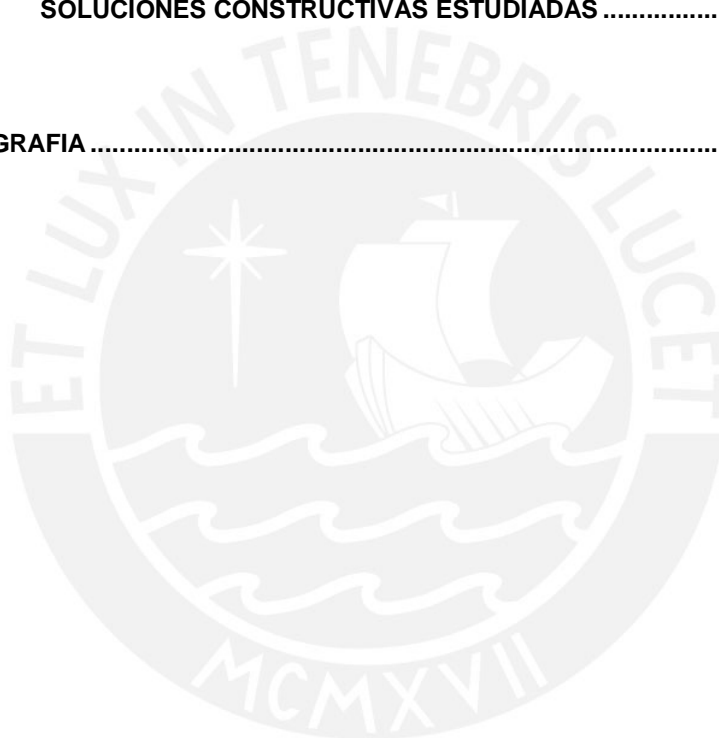
1.	Atacar los problemas fundamentales .....	24
2.	Eliminar desperdicios .....	24
3.	Buscar la simplicidad.....	25
4.	Establecer sistemas para identificar problemas .....	25
3.2.2	Lean Construction .....	26
3.2.2.1	El último planificador .....	27
3.2.2.2	Look Ahead Planning (LAP) .....	27
3.2.2.3	El pensamiento Lean y la relación con los proveedores .....	28
3.3	La Gestión de la Cadena de Abastecimiento.....	29
3.3.1	Definición del SCM.....	31
3.3.2	Evolución de las formas tradicionales de gestión de abastecimiento hacia el SCM.....	33
3.3.2.1	Evaluación de la cadena de abastecimiento .....	34
3.3.2.2	Rediseño de la cadena de abastecimiento .....	34
3.3.2.3	Control de la cadena de abastecimiento.....	34
3.3.2.4	Mejora continua de la cadena de abastecimiento .....	34
3.3.3	Prácticas eficaces del SCM .....	35
3.4	JIT, logística y el SCM .....	36
<b>CAPITULO 4 - IMPORTANCIA DE LOS PROVEEDORES EN LA CONSTRUCCION.....</b>		<b>38</b>
4.1	Proveedor: Importancia en la construcción .....	38
4.2	Tipos de proveedores en la industria de la construcción .....	39
4.2.1	Proveedores de materiales.....	40
4.2.2	Proveedores de proyectos y servicios especializados .....	41
4.2.3	Proveedores de equipos y herramientas.....	43
4.2.4	Subcontratistas .....	43
4.2.4.1	Subcontratistas de mano de obra .....	43
4.2.4.2	Subcontratistas de material y mano de obra.....	44
4.2.4.3	Subcontratistas de proyecto, material y mano de obra.....	44
4.2.4.4	Subcontratistas de proyecto, material, mano de obra y mantenimiento .....	44
4.3	Aprovechamiento de la innovación tecnológica de los proveedores .....	44
4.3.1	Niveles de Innovación Tecnológica.....	46
4.3.1.1	Construcción Tradicional.....	46
4.3.1.2	Construcción Tradicional optimizada .....	46
4.3.1.3	Construcción con tecnificación primaria.....	46
4.3.1.4	Construcción parcialmente ensamblada en obra .....	47
4.3.1.5	Fabricación parcial externa .....	47
4.3.1.6	Fabricación externa general .....	47
4.3.2	Características de la innovación en los edificios .....	48
4.3.2.1	Innovación en los productos de la construcción .....	48

4.3.2.2	Innovación en los productos para la construcción.....	49
4.3.2.3	Innovación en la organización de la producción.....	49
4.4	El Papel de los proveedores en los nuevos paradigmas gerenciales.....	49
4.4.1	Relación de abastecimiento convencional .....	50
4.4.2	Enfoque de mejoría de la calidad.....	50
4.4.3	Integración de las operaciones .....	50
4.4.4	Integración estratégica .....	51
4.5	La confianza no basta .....	51
4.6	Definición de alianza .....	51
4.6.1	Fases del desarrollo de una alianza .....	55
4.6.1.1	Conocimiento mutuo .....	55
4.6.1.2	Exploración.....	55
4.6.1.3	Expansión.....	55
4.6.1.4	Compromiso .....	56
4.6.1.5	Separación .....	56
4.7	Elementos que constituyen en dificultades para la integración.....	57
4.7.1	Dificultades en el ámbito de las empresas constructoras .....	57
4.7.2	Dificultades en el ámbito de los proveedores .....	57
4.8	Recomendaciones para la formación de alianzas con los proveedores .....	58
4.8.1	Formación de alianzas entre empresas constructoras y proveedores de materiales .....	58
4.8.1.1	Productos no críticos.....	59
4.8.1.2	Productos cuello de botella .....	59
4.8.1.3	Productos de apoyo .....	59
4.8.1.4	Productos estratégicos.....	59
4.8.2	Formación de alianzas entre empresas constructoras y proveedores de proyectos y servicios especializados .....	61
4.8.3	Formación de alianzas entre empresas constructoras y proveedores de equipos y herramientas .....	63
4.8.4	Formación de alianzas entre empresas constructoras y subcontratistas .....	63
<b>CAPITULO 5 - ESTUDIO DE CASOS .....</b>		<b>66</b>
5.1	Planeamiento y desarrollo del estudio de casos.....	66
5.2	Metodología utilizada en el estudio de casos .....	67
5.3	CASO A: KRONE-TEC .....	68
5.3.1	Problemática .....	68
5.3.2	Concepción del nuevo producto.....	69
5.3.3	Método del proyecto .....	70
5.3.4	Producción de componentes .....	71
5.3.5	Procedimiento constructivo.....	72

5.3.6	Método de gestión.....	74
5.3.7	Evaluación experimental.....	75
5.3.8	Construcción de prototipos .....	76
5.3.9	Consolidación de la tecnología y <i>feedback</i> .....	76
5.3.10	Comercialización .....	77
5.4	CASO B: CML LA CASA.....	78
5.4.1	Problemática .....	79
5.4.2	Concepción del nuevo producto.....	80
5.4.3	Método del proyecto.....	80
5.4.4	Producción de componentes .....	82
5.4.5	Procedimiento constructivo.....	83
5.4.6	Método de gestión.....	85
5.4.7	Evaluación experimental.....	86
5.4.8	Construcción de prototipos .....	87
5.4.9	Consolidación de la tecnología y <i>feedback</i> .....	87
5.4.10	Comercialización .....	88
5.5	CASO C: PRODAC .....	90
5.5.1	Problemática .....	90
5.5.2	Concepción del nuevo producto.....	90
5.5.3	Método del proyecto.....	91
5.5.4	Producción de componentes .....	92
5.5.5	Procedimiento constructivo.....	93
5.5.6	Método de gestión.....	95
5.5.7	Evaluación experimental.....	96
5.5.8	Construcción de prototipos .....	97
5.5.9	Consolidación de la tecnología y <i>feedback</i> .....	98
5.5.10	Comercialización .....	98
5.6	Relación de las nuevas soluciones constructivas con la Producción y el Planeamiento.....	100
5.7	Análisis de resultados.....	102
<b>CAPITULO 6 - DIRECTRICES Y CONCLUSIONES.....</b>		<b>106</b>
6.1	Identificación de las directrices para mejorar las relaciones entre las empresas constructoras y sus proveedores .....	106
6.1.1	Nivel estratégico.....	106
6.1.2	Nivel estructural.....	108
6.1.3	Nivel operacional.....	109
6.2	Conclusiones.....	111
6.3	Consideraciones finales.....	112
6.4	Recomendaciones para trabajos posteriores .....	114



ANEXO A – CARACTERISTICAS DE LA EMPRESA PROVEEDORA .....	115
ANEXO B – ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS PRODUCTOS DEL PROVEEDOR .....	121
ANEXO C – PLANOS Y SECTORES DE LAS PRELOSAS ENTREGADOS POR KRONE-TEC AL CLIENTE PARA EL PROYECTO CENTRO EMPRESARIAL CRONOS .....	130
ANEXO D – PLANOS PRELIMINARES DE ESTRUCTURAS DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DEL PROYECTO LOS PARQUES DEL AGUSTINO EN EL QUE SE USARON LAS MALLAS ELECTROSOLDADAS .....	131
ANEXO E – CONSIDERACIONES A TOMAR EN LA ADOPCION DE LAS TRES SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS ESTUDIADAS .....	132
BIBLIOGRAFIA .....	135





## I - LISTA DE FIGURAS

Figura 2. 1 – Formulación del precio en una economía competitiva (SOUZA <i>et al.</i> , 1994). .....	14
Figura 2. 2 – Las tres dimensiones de productividad (HAGA; SACOMANO, 1999).....	14
Figura 3. 1 – Síntomas de una mala administración logística (BERTELSEN, 1993). .....	19
Figura 3. 2 – Subdivisión de la logística en la construcción (CARDOSO, 1996). .....	20
Figura 3. 4 – Río de las existencias. Adaptado de O'GRADY (1993). .....	24
Figura 3. 5 – La construcción como un sistema Push vs. Pull. Adaptado de OLSSON (2000). .....	26
Figura 3. 6 – El sistema del Último Planificador. Adaptado de ROSSI (2007).....	27
Figura 3. 7 – Alcance de la Cadena de Abastecimiento. Adaptado de BALLOU (2004). ....	30
Figura 3. 8 – La evolución de la Logística hacia la Gestión de la Cadena de Abastecimiento (SCM). Adaptado de WOOD y KNÖRICH (1998). .....	31
Figura 3. 9 – Metodología del SCM comparada con el ciclo Deming (KOSKELA; VRIJHOEF, 1999). .....	34
Figura 3. 10 – Enfoque general del desarrollo de la cadena de abastecimiento (KOSKELA; VRIJHOEF, 1999). .....	35
Figura 4. 1 – Principales proveedores e insumos en la construcción de edificios. Adaptado de FABRICIO (2000). .....	39
Figura 4. 2 – Hegemonía en las innovaciones (AMORIM, 1996). .....	48
Figura 4. 3 – Matriz de Kraljic. Adaptado de JOVANINI (2007). .....	59
Figura 5. 1 – Planta de Krone-tec en Chorrillos donde se elaboran las prelosas. ....	72
Figura 5. 2 – Fotos que ilustran el apuntalamiento de la losa. ....	72
Figura 5. 3 – Fotos que ilustran el traslado de la prelosa con el uso de la grúa. ....	73
Figura 5. 4 – Fotos que ilustran el desmontaje de la prelosa. ....	73
Figura 5. 5 – Fotos que ilustran la colocación del acero de refuerzo. ....	73
Figura 5. 6 – Fotos que ilustran el vaciado de la losa. ....	74
Figura 5. 7 – Edificio 398 construido por Cosapi en el que las prelosas de Krone-tec se usaron por primera vez. ....	76
Figura 5. 8 – Foto que ilustra el proyecto La Alameda. ....	83
Figura 5. 9 – Fotos que ilustran la colocación previa de refuerzo de acero vertical y las instalaciones antes de colocar las placas P-7 y P-10. ....	84
Figura 5. 10 – Figura que ilustra parte del proyecto Los parques del Agustino. ....	93
Figura 5. 11 – Fotos que muestran la habilitación de acero y encofrado metálico Forsa en elementos verticales. ....	94
Figura 5. 12 – Fotos que muestran la colocación de las mallas sobre las losas, el atortolamiento y cortado en ductos. ....	95
Figura 5. 13 – Fotos que muestran el almacenamiento y transporte de las mallas electrosoldadas en el proyecto Los parques de Agustino. ....	96

Figura 5. 14 – Diagrama de Esfuerzo-Deformación de una malla electrosoldada de 7mm de diámetro y acero corrugado de 8mm y ½” de diámetro. (DELGADO; PEÑA, 2006). .....	97
Figura 5. 15 – Fotos que muestran el uso de equipos móviles para el traslado vertical de mallas electrosoldadas así como otros materiales de construcción. ....	103



## II - LISTA DE TABLAS

Tabla 2. 1 – PBI del Perú (var. % anual).....	7
Tabla 2. 2 – PBI construcción 1991-2008 (en millones de S/.) .....	8
Tabla 2. 3 – Inversión estimada: sector construcción.....	11
Tabla 3. 1 – Oportunidades del Just-in-Time (HAY, 2003). ....	23
Tabla 3. 2 – Diferencias características entre formas de tradicionales de gestión de la cadena de abastecimiento y SCM. Adaptado de KOSKELA Y VRIJHOEF (1999). ....	33
Tabla 4. 1 – Porcentaje de innovaciones en la construcción habitacional holandesa según su tipo y según agente implementador. Adaptado de SAN MARTIN; FORMOSO, 2000).....	45
Tabla 4. 2 – Beneficios y riesgos de una alianza. Adaptado de ISATTO (1996). ....	56
Tabla 5. 1 – Dimensiones del prefabricado de concreto armado para losa maciza. ....	71
Tabla 5. 2 – Dimensiones de las placas P-7 y P-10 utilizados para el sistema de albañilería armada para muros no portantes.....	81
Tabla 5. 3 – Dimensiones de las mallas electrosoldadas comerciales.....	92



## CAPITULO 1 - INTRODUCCIÓN

Uno de los principales agentes en la industria de la construcción es sin duda los proveedores, por eso muchas veces es necesario considerarlos desde la etapa del proyecto para tomar decisiones. En la actualidad, existen proveedores de varios tipos, pero muy pocos son los que realmente aportan mejoras al sistema constructivo. Esto ha mejorado en los últimos años como resultado del “boom” inmobiliario aunque todavía queda mucho potencial por explotar.

A la fecha se han introducido sistemas de gestión para mejorar nuestros proyectos, pero debemos de tomar en cuenta que la empresa constructora no puede trabajar por propia cuenta, en un mundo globalizado como el nuestro, se hace necesaria la inclusión de todos los integrantes que aportan con determinados productos o bienes al círculo constructor. La competitividad vivida hoy en día y la reducción de plazos de entrega de obras fomentan a trabajar en conjunto para buscar soluciones constructivas que vayan acorde con el crecimiento del mercado, un producto edificio de calidad es resultado del trabajo de una relación adecuada entre constructores y proveedores para beneficio del cliente final. Es importante observar como se muestra el sector construcción en otros países con respecto a este tema, para poder adquirir mayor experiencia y poder implementarlo en nuestro país de acuerdo a la realidad.

Los beneficios que se llegan a obtener como consecuencia de un buen trabajo con los proveedores permitirán reducir nuestros costos e incrementar la productividad de la mano de obra. La carencia de trabajos relacionados con este tema en el sector construcción en el país ha llevado a analizar algunas empresas proveedoras en el Perú con el objetivo de brindar directrices que permitan volver más eficiente el proceso productivo, es por eso necesario estudiar las relaciones técnicas entre empresas constructoras y sus proveedores como un de los aspectos más importantes de la logística en el sector construcción. Los estudios realizados básicamente con bibliografía internacional sugieren una nueva tendencia en el que las empresas constructoras vienen estrechando sus relaciones con los proveedores alcanzando beneficios como la colaboración en el desarrollo de las actividades del proyecto y la colaboración en el desarrollo de nuevos productos. Así como en otros países, los proveedores representan un importante canal de introducción de innovación tecnológico en la construcción civil.

### 1.1 Acerca de la práctica actual

A partir del año 2002 se ha generado un crecimiento sostenido de la construcción reflejada en el sector construcción, para ser más específicos, del subsector edificaciones gracias al incentivo iniciado por el gobierno de turno, el éxito del programa Mi Vivienda impulsó la demanda de viviendas multifamiliares, este contexto contribuyó a la evolución tecnológica del sector en la medida que permitió a las empresas constructoras tener acceso a nuevos equipos y herramientas.

Sin embargo, las innovaciones son raramente desarrolladas al interior de las empresas constructoras las cuales han sido asumidas por los proveedores de materiales a través del desarrollo de nuevos productos, aunque, por lo general, existe una actitud pasiva por parte de estos en la introducción de tecnología.

### 1.2 Reconocimiento del problema

El criterio del menor precio utilizado por los empresarios del subsector edificaciones para adquirir una determinada tecnología es uno de los principales obstáculos para el desarrollo del sector. Por otro lado, los proveedores se limitan a brindar asistencia técnica de su nuevo producto a las empresas constructoras sin asumir mayor responsabilidad durante la ejecución del proyecto.

La adopción de nueva tecnología por parte de las empresas constructoras no implica necesariamente éxito en la ejecución de un proyecto ya que requiere de un planeamiento adecuado, el cual puede ser alcanzado a través de una mejor comunicación entre constructores y proveedores. La relación actual entre ambos agentes está marcada por la falta de colaboración y confianza en el que los involucrados se ven como rivales.

### 1.3 Objetivos del estudio

El trabajo tiene por objetivo el de encaminar la introducción de nueva tecnología por parte del proveedor para mejorar los procesos productivos más incidentes en la ejecución del proyecto con el fin de cubrir las expectativas del cliente.

Para conseguir esto, es necesario proponer directrices que nos permitan tomar las medidas necesarias antes de introducir una nueva solución constructiva, así como mejorar la relación técnica entre constructores y proveedores de materiales:

## MISION

Satisfacción de los deseos y exigencias del cliente

## META

Reducción de costos de producción y agregar valor al producto final

## OBJETIVO

Aumentar la capacidad competitiva de las empresas constructoras y los proveedores de materiales, colaborando conjuntamente para mejorar la racionalización constructiva y conseguir un mayor acercamiento técnico entre los agentes involucrados.

## ESTRATEGIA

Proponer directrices para la introducción de nueva tecnología<sup>1</sup> en los procesos productivos más incidentes del subsector edificaciones, con herramientas de planeamiento para conducir el desarrollo de la innovación, la relación técnica más adecuada entre los proveedores y empresas constructoras, el nuevo rol del proveedor, la división de responsabilidades y riesgos envueltos, la colaboración en el desarrollo de las actividades del proyecto así como la colaboración en el desarrollo de nuevas soluciones constructivas.

### 1.4 Metodología de la investigación

La investigación se inicia en una primera etapa con la revisión bibliográfica de los conceptos y herramientas de la logística, Gestión de la Cadena de Abastecimiento, innovación tecnológica, alianzas entre empresas constructoras y proveedores, y temas relacionados con estos conceptos. La bibliografía constituye el referente teórico que encaminó el desarrollo del trabajo, la información fue recopilada de revistas de construcción, periódicos, boletines técnicos, tesis, libros, páginas de Internet con los que se pudo elaborar y estudiar los conceptos fundamentales ya que era necesario entender en primer lugar la teoría para poder consolidar los conceptos y poder analizar el estudio de casos.

En la segunda parte se hace el estudio de casos para el cual se contactó con tres proveedores para proporcionarnos información sobre su sistema de trabajo y las

---

<sup>1</sup> Un nuevo método, proceso o sistema constructivo introducido en el mercado constituye en una innovación tecnológica en la construcción de edificios cuando incorpora una nueva idea y representa un avance sensible en la tecnología preexistente en términos de desempeño, calidad y costo del edificio o de una de sus partes.



soluciones constructivas que vienen ofreciendo actualmente a los constructores desde su perspectiva, pero tomando en cuenta a todos los agentes de la cadena de abastecimiento, es decir no solo al proveedor sino también a las constructoras y al usuario final.

También se analizan los motivos por el cual el proveedor decidió invertir en el servicio, estrategias utilizadas e introducción al mercado, esta información es proporcionada por la empresa proveedora mediante entrevistas e información técnica del producto. El estudio se complementó con información proporcionada por los ingenieros de las obras donde se utilizaron las soluciones constructivas con el objetivo de reforzar los planteamientos teóricos.

### **1.5 Alcance y Limitaciones del estudio**

El estudio se centra en el uso de nuevas soluciones constructivas propuestas por los proveedores de materiales y consideraciones a tomar para la racionalización constructiva adoptadas por empresas del sector construcción del subsector edificaciones en la ciudad de Lima y comprende la etapa de ejecución del proyecto.

Asimismo las directrices y conclusiones de este trabajo están enfocadas a empresas constructoras y proveedores de materiales del subsector edificaciones del sector privado aunque se puede extender al subsector infraestructura o al subsector obras de montaje industrial ubicadas en el interior del país ya sea del sector privado o estatal tomando las consideraciones particulares de cada una de ellas. Además, las relaciones entre los agentes estudiados es del tipo técnico.

El trabajo busca ser una guía técnica para los empresarios del sector para orientar la introducción de nuevas tecnologías tomando en cuenta las consideraciones necesarias de planeamiento para conseguir un proyecto exitoso.

### **1.6 Estructura del trabajo**

El estudio está dividido en cuatro capítulos:

Capítulo 1: Introducción

Capítulo 2: La industria de la construcción en el Perú

Capítulo 3: Los proveedores dentro del contexto de la Logística, Gestión de la Cadena de Abastecimiento y el JIT

Capítulo 4: Importancia de los proveedores en la industria de la construcción

Capítulo 5: Estudio de casos

## Capítulo 6: Directrices y conclusiones

En el capítulo 2 “La industria de la construcción en el Perú” se discute la situación actual que viene atravesando el sector construcción en nuestro país, características y los subsectores que la integran, además, se definen algunas estrategias de competitividad aplicables al sector.

En el capítulo 3 “Los proveedores dentro del contexto de la Logística, Gestión de la Cadena de Abastecimiento y el JIT” se hace una revisión bibliográfica de la logística en la construcción, Gestión de la Cadena de Abastecimiento, sistemas de gestión de producción como el *JIT* y *Lean Construction*. Como punto de partida para entender el desarrollo del trabajo.

En el capítulo 4 “Importancia de los proveedores en la industria de la construcción” se hace el análisis de los tipos de proveedor existentes, la innovación introducida por estos que determina el nivel del sector construcción, se presenta también las ventajas competitivas al formar alianzas entre proveedores y constructores, desarrollo y dificultades de implantación.

En el Capítulo 5 “Estudio de casos” se analizan tres empresas proveedoras de materiales como soluciones constructivas al subsector edificaciones, el grado de innovación introducido y las estrategias de comercialización.

Finalmente, en el capítulo 6 “Directrices y conclusiones”, a partir de los resultados obtenidos se brindan directrices para mejorar las relaciones entre empresas constructoras y sus proveedores así como el papel de los proveedores en la introducción de nueva tecnología, consideraciones a tomar y conclusiones.



## CAPITULO 2 - LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION EN EL PERU

El subsector edificaciones en el Perú y en muchos otros países hasta ahora se ha caracterizado por tener elevados desperdicios, altos costos de producción y empleo de mano de obra no calificada, mientras que las otras industrias han logrado desarrollarse, la nuestra se ha mantenido casi estática, por lo que no debe sorprendernos cuando nos mencionan que la diferencia entre la industria de la construcción y las otras industrias es por lo menos de 50 años de evolución, incluso en nuestro país el grado de retraso es aún mayor. Y esto debido a que siempre se ha pensado que la construcción no se rige bajo los patrones válidos para otros sectores, sin embargo, en los últimos años el empleo de las nuevas filosofías de control, gestión y producción aparecidas inicialmente en la industria seriada han mejorado los procesos constructivos, el éxito conseguido al aplicarse estos nuevos sistemas a la construcción, demuestra que nuestro sector no es un rubro diferente sino que también puede regirse bajo los mismos patrones creados anteriormente para desarrollar a la industria seriada, existe pues un enorme potencial por desarrollar.

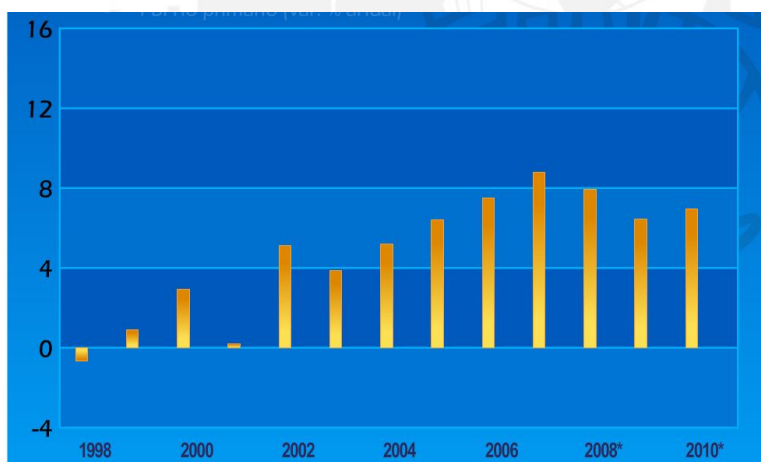
Una de las principales deficiencias que aqueja al sector es la utilización de métodos tradicionales para construir, durante años se han estado utilizando las mismas técnicas para producir sin hacer una breve reflexión de si lo que están haciendo se podría mejorar, es necesario empezar a cuestionar nuestras técnicas actuales para desterrar algunos paradigmas que se han arraigado a nuestra costumbre de construir y que no nos permite cambiar.

Cuando analizamos el proceso productivo en la construcción de edificios observamos la intervención de varios agentes con responsabilidades parciales pero vinculadas al proyecto. Como en otras industrias, una parte significativa del valor agregado al producto final es desarrollado por los proveedores, organizar esa cadena de abastecimiento es complicado cuando se trata de atender las necesidades de los procesos de montaje final del producto como en cualquier sistema de producción. Sin embargo, hoy en día debido a la alta competencia han aparecido empresas que buscan ayudar a conseguir los objetivos de la empresa constructora.

## 2.1 Características del sector construcción

La construcción de edificaciones se caracteriza por un uso intensivo de mano de obra, poca mecanización, falta de seguridad en el trabajo, flujo discontinuo de producción debido a que las obras siguen un modelo de producción artesanal con poca utilización de maquinaria y equipos, la ejecución de los servicios depende del esfuerzo de la mano de obra (GRAMKOW, 2000).

La construcción civil articula un gran conjunto industrial compuesto por el sector construcción en sí y por sus proveedores de materiales y servicios (AMORIM, 1995). Es una de las actividades que fomenta el crecimiento económico del país ya que posee la capacidad de generar empleos directos e indirectos, la utilización de materiales y equipos implica la participación de otros sectores como el industrial, de la misma manera, los grandes proyectos de construcción culminados son usados para la explotación de fuentes energéticas como el petróleo y el gas, así como brindar infraestructura para las minas, además, las obras viales permiten mayor comunicación entre las regiones y un mayor flujo comercial, de esta manera el crecimiento del Producto Bruto Interno (PBI) del país (ver Tabla 2.1) va de la mano con el crecimiento del sector construcción.

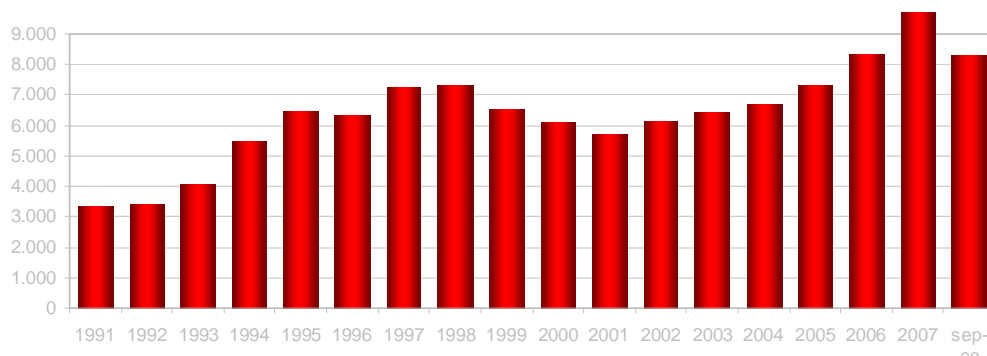


Fuente: BCR

**Tabla 2. 1** – PBI del Perú (var. % anual).

En la Tabla 2.1 se muestra la evolución del PBI del Perú en los últimos diez años, el año 1998 se caracteriza por un período de recesión producto de la crisis asiática que golpeó las economías del mundo en aquel entonces, tras una breve recuperación con la caída del gobierno de Fujimori, el país sufre otra crisis interna. En los siguientes años la economía peruana se reconstruye rápidamente gracias a la demanda de los minerales y sus precios favorables internacionalmente, así como el crecimiento en las exportaciones, y esto debido a que se empezó a dar valor a

aquellos recursos que por años habían sido poco valorados como la tierra, minas, potencial emprendedor, fuerza laboral.



Fuente: INEI/BCRP

**Tabla 2. 2 – PBI construcción 1991-2008 (en millones de S/.)**

En la Tabla 2.2 se muestra la evolución del PBI construcción del Perú, tuvo un crecimiento sostenido hasta el año 1998, a raíz de la crisis asiática pasó por un período de recesión (2001) estos años se caracterizan por la ausencia en la construcción de edificios. A partir del 2002 empieza el período conocido como el “boom” de la construcción, un hito importante en esta etapa fue la creación del fondo Mi Vivienda por parte del Estado Peruano con el objetivo de impulsar la construcción de edificios para viviendas multifamiliares. El déficit de vivienda es alto por lo que la demanda del mercado inmobiliario aumenta, esto puede observarse con el crecimiento del PBI construcción en los últimos años. Tras observar la Tabla 2.1 y Tabla 2.2 vemos que existe una relación directa entre el crecimiento de la construcción y el crecimiento económico del país, esto se debe al efecto multiplicador que caracteriza al sector construcción, por cada puesto de trabajo directo que se crea en el sector construcción se generan cuatro puestos de trabajo colaterales en la economía<sup>1</sup>.

## 2.2 Subsectores en el sector construcción

La industria de la construcción presenta diferencias intersectoriales en lo que se refiere a bienes finales como la tecnología y procesos de trabajo. ISATTO (1996) describe las características de cada subsector. A continuación se presentan los subsectores en la construcción.

<sup>1</sup> Según la Corporación Financiera Internacional (IFC) institución afiliada al Grupo del Banco Mundial que se ocupa del sector privado.

### 2.2.1 El subsector construcción pesada o infraestructura

Caracterizado por el empleo limitado de insumos y operaciones que constituye el proceso de trabajo como la utilización intensiva de equipos y elevado grado de conocimiento incorporado a los proyectos elaborados. Este subsector depende del grado de inversión que haga el Estado, le corresponde las obras hidráulicas de saneamiento, de irrigación, drenaje, obras de arte como los puentes, viaductos, túneles, etc.

### 2.2.2 El subsector obras de montaje industrial

Caracterizado por presentar mayor diversidad de insumos y operaciones en el proceso de trabajo, también se necesita un elevado grado de conocimiento para elaborar proyectos en los que son requeridos diversos profesionales con elevados niveles de especialización tanto en la etapa de proyectos como en la ejecución de servicios.

### 2.2.3 El subsector edificaciones

Se caracteriza por una gran diversidad de insumos utilizados, por la baja posibilidad de mecanización de tareas en relación al subsector infraestructura y por la exigencia de conocimientos específicos en la etapa del proyecto y en la ejecución de los servicios aunque estos conocimientos son más difundidos con respecto a otro subsector. Posee diversidad tecnológica, utiliza gran variedad de materiales y comprende obras habitacionales, comerciales, obras del tipo social como escuelas, hospitales y obras destinadas a las actividades culturales, deportivas y de placer. En este subsector están envueltos agentes financieros y promotores, órganos públicos, proyectistas y profesionales del sector, proveedores, constructores y otros órganos de apoyo.

#### 2.2.3.1 Características del subsector edificaciones

GRAMKOW (2000) también señala algunas características del subsector edificaciones: gran cantidad de obras, expresividad económica de las actividades, gran diseminación en el espacio geográfico, mayor absorción de mano de obra y alcance social inmediato.

El subsector edificaciones presenta características bien definidas por FARAH (1988) *apud* ISATTO (1996) y también por SCARDOELLI *et al* (1994):

- Hegemonía y predominancia de capital privado nacional

- Existencia de un gran número de empresas medianas y de pequeño porte al lado de empresas grandes.
- Las empresas de edificaciones limitan sus actividades a este subsector por tener dificultades de ingreso a otro como construcción pesada o montaje industrial en el que el tamaño de la empresa representa una barrera de entrada.
- Desperdicio significativo de materiales y de tiempo a lo largo del proyecto.
- No existe una especialización de las empresas por tipo de edificio (habitacional, comercial, industrial)
- Hay pocas barreras de entrada sobre todo en la construcción de edificios multifamiliares, una vez que el subsector se apoya en una tecnología socialmente difundida.
- El subsector, así como la construcción civil en general, es altamente absorbedor de mano de obra.
- La composición de la mano de obra se caracteriza por la predominancia de mano de obra no calificada.
- Ausencia de control de la calidad
- Resistencia a las innovaciones tecnológicas
- Las condiciones de trabajo son generalmente muy precarias, no óptimas, favoreciendo a la variabilidad y afectando la productividad del sector.
- Baja exigencia de las empresas del sector en relación a los productores de materiales.
- Atraso en cuanto a la aplicación de las normas técnicas.
- Aunque el subsector edificaciones tenga como mercado típico a la demanda privada es fuertemente dependiente del Estado por su política económica aplicada y el impacto que esta pueda ejercer sobre la demanda de las edificaciones y sobre la estructura de captación de recursos para este sector.

Tenemos que agregar también que el sub-sector edificaciones presenta un producto final de naturaleza única y no seriada (*“one of kind”*) siendo imposible su movimiento (ISATTO, 1996). Esta característica la diferencia de otros sectores industriales porque son los trabajadores los que se trasladan en torno al producto inmueble y no los productos hacia ellos, el tipo de proceso empleado varía de acuerdo al tipo de proyecto.



### 2.2.3.2 Condiciones actuales del subsector edificaciones en el Perú

El sector construcción, en especial el subsector edificaciones atraviesa por un período de florecimiento, eso lo coloca en una situación envidiable porque le da la oportunidad de innovar en aspectos como las técnicas de construcción, formas y tamaños de las viviendas y la manera de venderlas (ARELLANO, 2008). Este crecimiento coloca a las empresas constructoras en una situación de mayor competitividad, ya que los pequeños detalles hacen la diferencia entre un proyecto exitoso y otro que no.

Es necesario presentar la condiciones actuales del sector construcción, así como las del subsector edificaciones ya que nuestro trabajo se desarrolla dentro de este campo, por lo que es importante conocer el contexto sobre el que se va a desarrollar la investigación porque actualmente genera empleos directos e indirectos además de recaudar impuestos, esto trae beneficios económicos para el país. El subsector edificaciones viene creciendo en los últimos años y principalmente es impulsado por el gran déficit de vivienda en la ciudad de Lima, a pesar de la crisis mundial del 2008 los inversionistas privados se mostraron optimistas con respecto a nuestro país, en enero del 2009 la Confiep y la Cámara de Peruana de la Construcción (Capeco) anunciaron una inversión de S/. 6,326 millones para el período 2009-2010 tal como se muestra en la Tabla 2.3:

Proyectos para el 2009-2010	Mils. US\$
Proyectos comerciales	1.000,00
Proyectos inmobiliarios	2.398,00
Proyectos hoteleros	400,00
Puertos	308,00
Saneamiento	520,00
Concesiones viales	1.600,00
Industria	100,00
<b>Total de inversión</b>	<b>6.326,00</b>

Fuente: CAPECO

**Tabla 2. 3** – Inversión estimada: sector construcción.

Se observa claramente en la Tabla 2.3 que el sector inmobiliario tiene mayor demanda con aproximadamente el 38% del total de la inversión privada para el período 2009-2010, la infraestructura inmobiliaria pertenece al subsector edificaciones, la gran mayoría de edificios que se construye hoy en día en Lima se destina hacia la venta de departamentos para vivienda, gracias al impulso conseguido a nivel de desarrollo habitacional se está dando el auge y el desarrollo

de la edificaciones. En las condiciones actuales se hace necesario estudiar las condiciones actuales de los sistemas de producción y de trabajo del sector para poder implementar mejoras en el mercado.

### 2.3 Restricciones al desarrollo y a la competitividad

Los problemas que aquejan al sector construcción en términos generales son:

- Baja grado de conciencia de las empresas del sector por la modernización
- Predominancia de empresas constructoras con bajo grado de productividad.
- La venta de viviendas está al alcance solo de las clases medias y altas.
- Bajo desempeño de las empresas de construcción pesada por la baja inversión estatal.
- El problema de la autoconstrucción.

### 2.4 Potencialidades para el desarrollo del sector

- Significativo déficit habitacional en el país.
- Abundancia de materias primas.
- Alto potencial de generación de empleo.
- Capacidad de absorción de nuevas tecnologías a los procesos constructivos.

### 2.5 Estrategias de competitividad

La alta competencia actual entre empresas constructoras ha llevado a la búsqueda del aumento de la eficiencia en los procesos de gestión de la producción, una característica común en el ambiente empresarial actual. Es así que hoy podemos ver que filosofías de gestión de producción como *Just-in-Time* (JIT), *Teoría de Restricciones* (TOC) y *Lean Production* con su respectiva aplicación a la construcción – *Lean Construction* – han mejorado el sistema tradicional de la construcción para las empresas que las vienen aplicando.

Como necesidad de posicionamiento estratégico y la búsqueda constante de ventajas competitivas para mejorar el sector, muchos autores han hecho análisis interorganizacionales incluyendo a todas aquellas empresas que pertenecen a la red de abastecimiento de un determinado producto final con el objetivo de buscar una mayor integración entre ellas para proponer mejoras al sistema.

Así, nuestro trabajo desarrollará el tema de la importancia de los proveedores en la cadena de abastecimiento de la construcción así como la introducción de mejoras tecnológicas en los métodos constructivos. El referente teórico buscará promover

una mejor integración entre los participantes internos y externos quienes mantienen las actividades logísticas de todo el proceso, la buena relación de los proveedores con las empresas constructoras puede mejorar esas actividades.

Como es sabido en muchos sectores industriales, la logística y la cadena de abastecimiento han recibido especial atención por parte de los administradores de proyectos debido a la globalización de los mercados consumidores y de la presión por la reducción de costos de distribución ya que la compra de materiales y servicios a proveedores externos representa gran parte de los costos en el proceso constructivo (LASETER, 2000). Mejorar las relaciones con los proveedores nos ayuda a optimizar los recursos de producción y buscar mayor eficiencia en las actividades productivas con el fin de reducir los costos y mantenerse competitivos en el mercado, los mejores ejemplos nos han enseñado los japoneses desde hace años con el *JIT* y el *Lean Production*.

Diversos autores identifican a la logística como actividad fundamental para optimizar los flujos de recursos de producción y que forman parte del proceso de la gestión de la cadena de abastecimiento que nos permite tener un control eficiente y eficaz del flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información y que actualmente se encuentra poco desarrollada en el sector construcción de nuestro país, sin embargo, hay mucho potencial por desarrollar.

Por otro lado los efectos de la globalización, la crisis económica mundial, el efecto dominó en la caída de las bolsas mundiales por los resultados negativos de la economía estadounidense, la fijación del precio del producto por el mercado, el alza en los precios de los materiales de construcción, traerán consigo disminuciones de los márgenes de lucro en la empresas dedicadas a la construcción es por eso necesario formular nuevas estrategias para enfrentar la nueva problemática mundial.

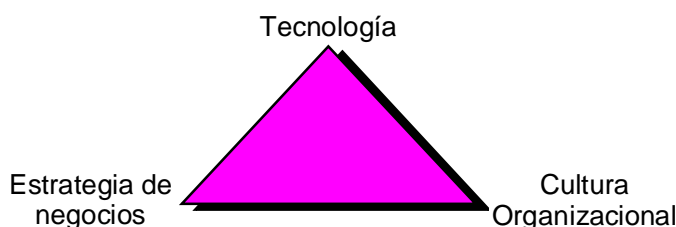




**Figura 2. 1** – Formulación del precio en una economía competitiva (SOUZA *et al.*, 1994).

Al observar la Figura 2.1 podemos notar que la reducción de costos de producción de una empresa constructora se vuelve un factor decisivo para su supervivencia en el mercado. Esto es un gran estímulo para mejorar la calidad y productividad por lo que el sector construcción tendría que invertir más en la modernización de su forma de trabajo. En las empresas de construcción de edificios, por las propias peculiaridades del mercado consumidor, la motivación por la implantación de un sistema de la calidad debe estar predominantemente vinculada a la reducción de costos finales de los productos, ya que en la actualidad se ha tomado conciencia de buscar mayor competitividad y que las pérdidas en el proceso de producción, los costos de re-trabajo y correcciones post-entrega son significativos, aunque no siempre conocidos (SOUZA *et al.*, 1994).

HAGA; SACOMANO (1999) señalan que la creciente competencia motiva a las organizaciones ha redefinir sus estrategias para adecuarse al nuevo contexto mundial. Para insertarse en el ambiente competitivo las empresas deberán realizar esfuerzos por mejorar las dimensiones de productividad: tecnología, estrategia y cultura organizacional (Figura 2.2).



**Figura 2. 2** – Las tres dimensiones de productividad (HAGA; SACOMANO, 1999)

Los criterios competitivos sirven como base para la definición de estrategias del sector: costos (construir por un menor precio), calidad (construir mejor), velocidad

de entrega y confiabilidad (entregar en el plazo prometido), flexibilidad (ser capaz de enfrentar adversidades inherentes al sector), rompimiento de barreras organizacionales y gestión de la cadena de abastecimiento. Para que esto ocurra deberá existir un mínimo de competencia para la ejecución de una obra en particular y las condiciones que ofrezca la constructora para ofrecer sus servicios de tipo cultural, tecnológico o estratégico.

Así las empresas que deseen sobrevivir y mantenerse competitivas en el mercado, pueden escoger diversos caminos siempre en cuando las acciones tomadas vayan acorde con la estrategia planteada inicialmente con el fin de mejorar el proceso de producción e incrementar su desempeño.

Nuestro trabajo busca fomentar la mejora de la gestión de la cadena de abastecimiento actual a través de mejoras tecnológicas que nos lleven a la racionalización de la producción de edificios. En este proceso, cumple un rol fundamental la participación de los proveedores quienes son los principales actores para la innovación en el sector construcción. Si bien su situación actual no propone la introducción de nuevas tecnologías, esta realidad está cambiando aunque no de una manera sistémica, las empresas constructoras están buscando mejorar las relaciones con sus proveedores de materiales y servicios (MARTINS, 2004). Con respecto a ellos, LASETER (2000) agrega que no hay mayor potencial en los negocios para beneficiarse que aprovechar la interdependencia entre las empresas y sus proveedores.

En este contexto, es analizada la situación actual de los proveedores que forman parte de la Gestión de la Cadena de Abastecimiento, los cuales son identificados como puntos clave para simplificar las labores en obra. La investigación sugiere que estos no deberían limitarse sólo a entregar materiales de construcción a la obra sino a ofrecer soluciones constructivas, lo que conllevaría a la innovación tecnológica y a la industrialización de la construcción. Esta es la frontera donde todavía se pueden desarrollar ventajas competitivas (LASETER, 2000).

Aprovechar la tecnología del proveedor, tuvo sus antecedentes en el sistema de producción japonés Toyota con la nueva filosofía de gestión de producción conocida como *Just-in-Time* atribuida a Taiichi Ohno, el ingeniero responsable que diseñó el sistema para Toyota. Para poner en práctica el JIT, fue necesario en ese

entonces fomentar alianzas con los proveedores y delegarles parte de la producción para desarrollar el producto.

De esta manera, los beneficios más resaltantes de un mayor acercamiento entre empresas constructoras y sus proveedores será: la reducción de costos de producción; en consecuencia, mayor rentabilidad; aumento de la calidad, garantía de suministro, mano de obra y producción más estables. En los siguientes capítulos se discute el problema actual de la utilización de los métodos tradicionales por parte de las constructoras y cómo los proveedores pueden llegar a influenciar con sus productos y servicios en la rentabilidad de un proyecto.



## CAPITULO 3 - LOS PROVEEDORES DENTRO DEL CONTEXTO DE LA LOGÍSTICA, LA CADENA DE ABASTECIMIENTO Y EL JIT

Si bien el objetivo del presente trabajo es proponer directrices para mejorar las relaciones entre empresas constructoras y sus proveedores, es necesario empezar por definir los conceptos de la logística, gestión de la cadena de abastecimiento y *Just-in-Time*, sus orígenes y evolución a lo largo de la historia. Su desarrollo en el campo de la industria y su aplicación a la realidad de la construcción.

### 3.1 Logística

BALLOU (2004), define a la logística como todo movimiento y almacenamiento que facilite el flujo de productos desde el punto de compra de los materiales hasta el punto de consumo, así como los flujos de información que ponen el movimiento en marcha, con el fin de dar los niveles adecuados de servicio al consumidor a un costo razonable. Este significado de logística es muy importante para tratar de incrementar la productividad y flexibilidad en la industria manufacturera (BERTELSEN, 1993).

El 2003, el *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP), antes *Council of Logistic Management* (CLM) define a la Logística como “*la parte del SCM que trata del planeamiento, implementación y control eficiente y eficaz del flujo normal y en reversa y almacenamiento de bienes, servicios e informaciones relacionadas, desde su punto de origen hasta su punto de consumo, a manera de satisfacer plenamente las necesidades de los clientes*”

Esta definición es más completa y muestra claramente a la logística como parte del proceso de la cadena de abastecimiento (BALLOU, 2004). Además se refiere a la logística no solo como flujo de materiales sino que incluye a los servicios y a las tecnologías de información que sirven de soporte a dicho proceso, en el que están inmersos todas las empresas que participan en la entrega del producto final. Más información será tratada al en el capítulo 4 correspondiente a este tema.

#### 3.1.1 La logística en empresas constructoras

Si bien es cierto que los parámetros con los que se trabaja en construcción son más agresivos en comparación a otros sectores (p.e. en una fábrica automovilística daría igual si lloviese o no mientras que en una edificación el rendimiento de los trabajadores se reduciría o incluso el trabajo podría paralizarse totalmente). Sin

embargo, nuestra industria no se conduce de una manera tan diferente como la seriada tal como lo afirmaban antiguamente llegando a la conclusión de que *lo que es bueno para ellos no es bueno para nosotros*, al contrario hoy en día vemos como técnicas y herramientas de gestión y producción son aplicadas también a nuestros proyectos con el objetivo de agregarle valor al producto. Ejemplos claros son el Lean Construction, técnicas just-in-time (JIT), Kanban, Total Quality Management (TQM), Teoría de las restricciones (TOC) y recientemente el Six Sigma entre los que más destacan.

El análisis actual del sector, presenta a la gran mayoría de las empresas constructoras con problemas de desperdicios generados durante el proceso constructivo, una gran parte de estas se asocia a deficiencias en la administración logística y que no se les ha dado la atención adecuada (VILLAGARCIA, 2000). Además, el envío de materiales a la obra, rara vez es programada, cada envío se convierte en un evento imprevisto aumentando de esta manera el desorden general (BERTELSEN, 1993). El mismo autor agrega que aproximadamente los trabajadores gastan un tercio del tiempo que pasan en obra buscando materiales. El resultado es interrupción del trabajo, incluso horas hombre extra como consecuencia de un planeamiento logístico inadecuado.

La falta de herramientas gerenciales de planeamiento y sistemas de producción no han permitido el desarrollo de la industria de la construcción (ISATTO, 1996), la dificultad de planeamiento de un producto complejo en un nivel adecuado detallado, lleva a las empresas a preocuparse primordialmente en la programación de actividades y en el planeamiento a nivel global de la obra (cronograma general y financiero) dejando de lado los detalles de programación a cargo de la fuerza de trabajo, esta realidad aún se da en pequeñas empresas constructoras, sobre esto FARAH (1988) *apud* ISATTO (1996) señala:

“...la definición de cómo ejecutar el trabajo, la constitución de equipos, la programación de tiempos, el establecimiento de ritmos de trabajo y el propio control de producción se da en el interior de la fuerza de trabajo bajo el liderazgo del maestro de obra y del encargado de oficio...la obra es dirigida, en verdad, por el maestro y por los encargados (de oficio) y en el que el ingeniero, por norma, ejerce solo un control meramente administrativo de producción”.

Este tipo de deficiencias influyen en la baja productividad de la mano de obra; en consecuencia, el encarecimiento de los recursos. Una serie de deficiencias fueron estudiadas por BERTELSEN (1993) en las investigaciones que realizó en Suecia, e identificó nueve síntomas de una mala administración logística (Figura 3.1):

SINTOMAS
Transporte interno excesivo de materiales
Stocks en las zonas de trabajo
Grandes pérdidas
Hurtos
Carencia de materiales
Error en las entregas
Gran cantidad de materiales devueltos a los proveedores
Ruptura de materiales
Daños en trabajos ya realizados

**Figura 3. 1** – Síntomas de una mala administración logística (BERTELSEN, 1993).

Esto trae consecuencias económicas ya que los materiales representan alrededor del 50% a 60% del costo total de la construcción, si lográramos controlar el desperdicio generado podríamos obtener mayores ganancias.

### 3.1.2 Logística en la construcción

A continuación presentamos la definición de la logística adaptada a la realidad de nuestro sector.

#### 3.1.2.1 Definición

VILLAGARCÍA (2007) define la logística en la construcción como *“el conjunto de actividades de apoyo a la producción que aseguran un flujo de materiales y equipos eficaz y eficiente dentro de la obra, para que se cumpla con el planeamiento de ejecución establecido”*. La definición de la logística empresarial mostrada al comienzo de este capítulo se adapta perfectamente a esta definición, el objetivo de la logística en la construcción es entregar los materiales, equipos, servicios, flujos de información en el frente de trabajo cuando sea necesario, en la cantidad requerida (pequeños lotes), con la calidad especificada (no solo productos de mala calidad sino disponibilidad en el momento) a bajo costo.

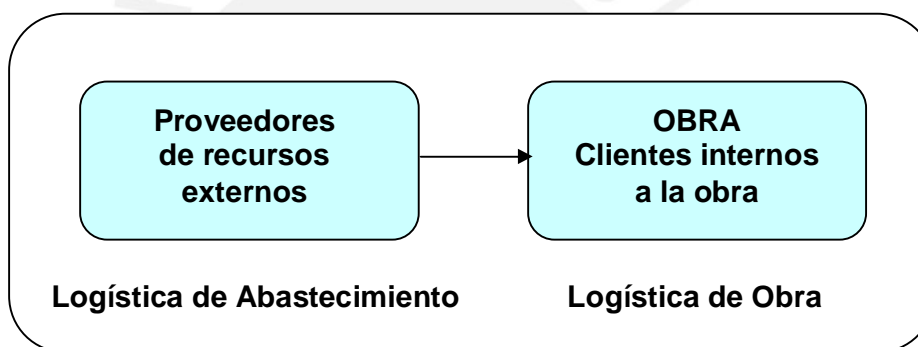
SILVA (2000) comenta la logística en la construcción como un proceso multidisciplinario que busca garantizar en el tiempo correcto, costo y calidad:



- El dimensionamiento de los recursos (materiales y humanos) necesarios para la producción.
- La disponibilidad de estos recursos en los frentes de trabajo.
- El almacenamiento de materias primas y bienes procesados, cuando es necesario.
- El flujo y la secuencia de las actividades de producción.
- La gestión de informaciones relacionadas a los flujos físicos de producción.

### 3.1.2.2 Subdivisión de la logística en la construcción

CARDOSO (1996) propone una subdivisión para la logística en el sector construcción: logística de abastecimiento y logística de obra (Figura 3.2). A diferencia de la subdivisión en la industria de producción en serie, la nuestra no se preocupa por la distribución física del producto elaborado ya que el entregable final es el edificio (SILVA, 2000).



**Figura 3. 2** – Subdivisión de la logística en la construcción (CARDOSO, 1996).

#### 1. Logística de Abastecimiento

Se encarga del transporte, suministro y gestión de abastecimiento de recursos (mano de obra, materiales, equipos) necesarios para la producción desde la identificación de la necesidad hasta la llegada a la obra. SILVA (2000) destaca las principales tareas de esta función:

- Planeamiento y especificaciones de los recursos a utilizarse.
- Emisión y transmisión de pedidos de compra.
- Transporte de recursos a la obra.
- Recepción e inspección de obra
- Mantenimiento del abastecimiento de recursos previstos en el planeamiento.

## 2. Logística de obra

Se encarga del planeamiento y la gestión de flujos físicos e informaciones de los recursos (mano de obra, materiales, equipos, etc.) durante las actividades de ejecución de la obra. Se desarrolla al interior de la empresa constructora.

### 3.1.3 Costo Total integrado

Un factor clave para la gestión de las actividades logísticas es el análisis del costo total (SILVA, 2000), este concepto es el resultado de la evolución de la logística a lo largo de los años y entendido como un enfoque sistémico en el cual el todo no es igual a la suma de sus partes. Es por eso que para optimizar el proceso no sólo es necesario optimizar sus partes sino entender el proceso como un todo, a través del cual la organización debería tratar de reducir el costo total (LAMBERT, 1993).

Las compras para una construcción generalmente son realizadas en base al precio más bajo sin tomar en cuenta factores como calidad, puntualidad, etc. La estrategia utilizada en la mayoría de las empresas es “consigue el material tan barato como puedas”. En efecto, esta es una costumbre muy arraigada en la construcción por conseguir materiales y componentes. Pero reducir los costos de una actividad logística puede aumentar los costos de otra.

Por lo tanto, es necesario hacer un análisis de costo total integrado para poder tomar decisiones correctas al momento de comprar materiales, SILVA (2000) adapta a la construcción según la propuesta LAMBERT (1993):

1. **Costo del producto o servicio (Cd):** son los costos de adquisición del producto o servicio.
2. **Costo de transporte (Ct):** Son los costos de transporte externo como los fletes.
3. **Costo de almacenamiento y movimiento interno (Ca):** Son los costos de las instalaciones donde se almacenan los componentes e incluye también los costos de la seguridad.
4. **Costo de stock (Cs):** Son los costos de capital (costos de oportunidad), costos con seguro, costos de los riesgos de almacenamiento (rupturas, robos), costo del espacio de stock.
5. **Costo de procesamiento de pedidos (Cp):** Son los costos administrativos que se generan en los procesos de adquisición y distribución incluye también los costos de información utilizados para procesarlos.



$$\text{Costo Total} = C_d + C_t + C_a + C_s + C_p$$

Por ejemplo podríamos comprar tabiques de albañilería a bajos precios, sin tener en cuenta los requerimientos de calidad y resistencia, pero durante la etapa de almacenamiento estos tabiques empiezan a sufrir rupturas (costo de stocks) lo que genera desperdicio, se tiene que hacer un nuevo pedido (costo de procesamiento de pedidos y transporte) para cubrirlo y, en consecuencia, aumenta el costo total. Otro ejemplo se puede observar en la partida albañilería, al comprar al menor costo ladrillos que presentan irregularidades en sus lados, conlleva a que cuando se realice el tarrajeo de los muros, se utilice mayor cantidad de mortero que el presupuestado, incrementando el costo total de la partida. Los ejemplos anteriores muestran que tenemos que ser cuidadosos cuando escogemos el recurso a utilizar en la construcción y optar por la opción más favorable teniendo en cuenta el costo total buscando el equilibrio entre las partes para tomar la decisión correcta.

### 3.2 Sistemas de gestión de producción.

A continuación se presenta dos sistemas de gestión de producción que ayudan a agregar valor al producto edificio: el *Just-in-Time* y *Lean Construction* en el que el papel de los proveedores es muy importante.

#### 3.2.1 Just-in-time

Surgida en el contexto de la reconstrucción japonesa hacia mediados del siglo XX, su impacto en las estructuras productivas ha sido enorme, por un lado ha impulsado nuevas formas de integración y por el otro ha cambiado la cultura empresarial en lo que se refiere a producción y calidad.

##### 3.2.1.1 Definición del JIT

Es una estrategia de producción que intenta producir solo productos que son requeridos por el proceso sucesivo, cuando se necesitan y en la cantidad requerida, esto permite eliminar la necesidad de inventarios (ROSSI, 2007).

Otra definición del *JIT* es presentada por GIUNIPERO; LAW (1990) *Apud* BOLUMONE (2000) como una filosofía de control de inventarios que busca eliminar actividades que no agregan valor de toda operación con el objetivo de obtener productos de alta calidad (cero defectos), altos niveles de productividad, bajos niveles de inventario y desarrollar relaciones a largo plazo con los miembros del canal.

Antes de crear el *Just-in-Time*, el sistema de producción Toyota se encargaba de producir todos los elementos del producto, pero vio en los proveedores una fuente potencial para delegarles parte de su trabajo, los procesos secundarios como el producir piezas fueron encomendados a sus proveedores mientras que ellos se ocupaban de tomar las partes semielaboradas para integrarlas en un solo producto, esta metodología tuvo éxito ya que la producción aumentó, se redujo desperdicios y mejoró la calidad del producto.

Los beneficios de emplear el *JIT* son muchos, HAY (2003) colaboró con diversas empresas para la implantación del sistema de gestión *JIT* y encontró:

OPORTUNIDADES JIT	Magnitud del mejoramiento %
Reducción en tiempo de producción	83-92
Aumento de productividad	
Mano de obra directa	5-50
Indirecta/ salarial	21-60
Reducción en costo de calidad	26-63
Reducción en precios de materiales comprados	6-45
Reducción de inventarios	
Materiales comprados	35-73
Obra en proceso	70-89
Productos terminados	0-90
Reducción tiempo de aislamiento	75-94
Reducción de espacio	39-80

**Tabla 3. 1** – Oportunidades del *Just-in-Time* (HAY, 2003).

Los resultados obtenidos en la Tabla 3.1 demuestran que la aplicación del *Just-in-Time* reduce los costos del proceso, mejora la calidad del producto mediante la eliminación del desperdicio y el uso efectivo de recursos existentes.

El *JIT* es una estrategia de mejora de procesos, implementada para reducir el stock del proceso y sus costos asociados. Este proceso viene activado a través de una serie de señales o Kanban<sup>2</sup>, que comunican al proceso comenzar el paso siguiente. Según el *JIT*, se hace un nuevo pedido de stock cuando llega al nivel mínimo definido. Esto permite que el almacén ahorre espacio y costo.

### 3.2.1.2 Objetivos

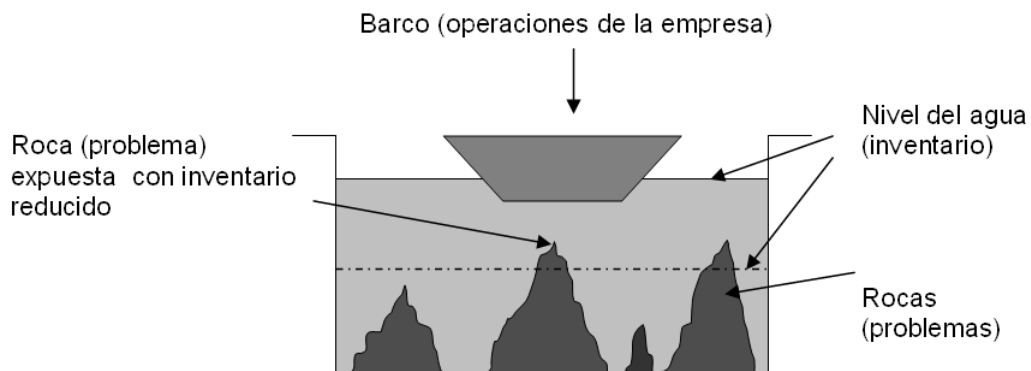
- Atacar los problemas fundamentales
- Eliminar desperdicios
- Buscar la simplicidad

<sup>2</sup> Kanban es un sistema de arrastre de trabajo, elimina el conjunto complejo de flujos de datos y solo envía una señal a la operación anterior para elaborar más productos cuando finaliza el trabajo de la última operación.

- Diseñar sistemas para identificar problemas

### 1. Atacar los problemas fundamentales

El primer objetivo del *Just-in-Time* es atacar los problemas fundamentales y los japoneses lo representan como *el río de las existencias* (Figura 3.4). El nivel del río representa las existencias (inventario) de la empresa visualizada por un barco que navega de un lado a otro. Cuando la empresa baja el nivel del río, reduce el nivel de inventario y descubre rocas, problemas. La respuesta tradicional era aumentar el inventario para cubrir los problemas. El *JIT* propone enfrentar y resolver los problemas cuando aparecen (las rocas deben eliminarse del río). El nivel de inventario puede reducirse gradualmente hasta encontrar otro problema y también resolverse.



**Figura 3.3** – Río de las existencias. Adaptado de O'GRADY (1993).

### 2. Eliminar desperdicios

Todo lo que no añade valor al producto debe ser eliminado. Ejemplos de actividades que no añaden valor a los procesos son el transporte, inspección, esperas, almacenamiento. Para el caso de inspección y control de la calidad, el enfoque tradicional occidental trabaja con inspectores para examinar las piezas y si fuera posible interceptarlas, pero inspeccionarlas toma tiempo y las fallas se descubren cuando ya se han fabricado lotes enteros, lo que conlleva a reprocesarlas o a desecharlas y son soluciones igualmente caras. *JIT* propone eliminar las fases de inspección:

- Haciéndolo bien a la primera, obtener productos de alta calidad no necesariamente es más caro que obtenerlos de mala calidad. Es necesario esforzarse por depurar las tendencias que conllevan a la aparición de defectos.
- Delegando responsabilidades al operario para controlar el proceso y pueda realizar las correcciones necesarias.

Otra actividad que no añade valor es el almacenamiento. Su costo comprende dos aspectos, el primero referido al costo directo que implica el almacén y el riesgo a que el inventario se vuelva obsoleto. El segundo costo es que el inventario oculta los problemas (río de las existencias Figura 3.4). El stock de seguridad es caro, ocupa espacio y puede volverse obsoleto. Además se incluyen costos de reclamo y devolución del pedido. Eliminar las actividades que no añaden valor reduce costos de producción, calidad, plazos y aumenta el servicio al cliente (O'GRADY, 1993).

### 3. Buscar la simplicidad

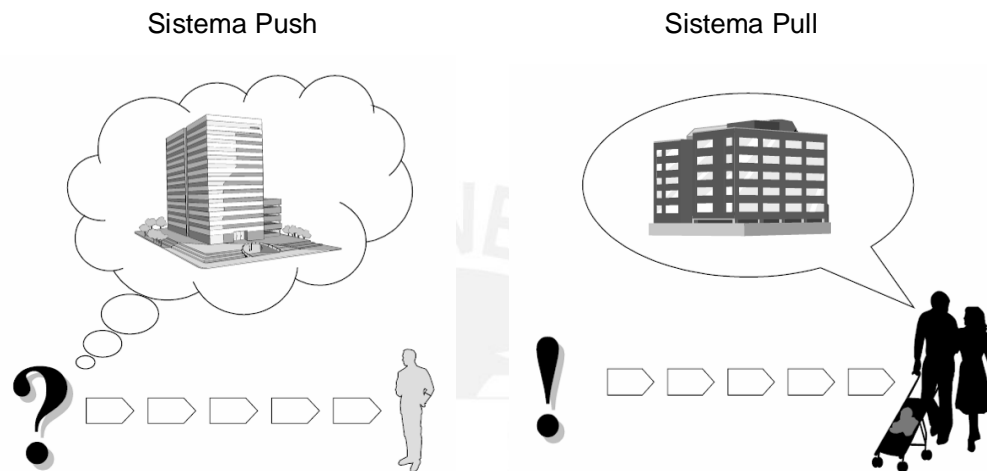
A diferencia del sistema tradicional occidental que partía de la premisa que la complejidad era inevitable, *JIT* se enfoca en eliminar las rutas complejas del flujo de material y buscar líneas de flujo más directas. La solución es agrupar los productos en familias y pasar de un proceso a otro de forma más rápida. Incluso un grupo de familias del producto puede ser encargado a sus proveedores y ellos entregar partes semielaboradas a la cadena de abastecimiento para reducir los plazos de elaboración.

### 4. Establecer sistemas para identificar problemas

Cualquier sistema que identifique problemas es beneficioso, al diseñarse se debe considerar mecanismos de alerta cuando aparezca un problema. En ese momento se detiene la línea, se identifica el problema, se soluciona y se reanuda la producción. A corto plazo esto parecería imposible, pero hacer las correcciones debidas elimina problemas que más adelante pueden tener un gran impacto. Ejemplos de estos mecanismos son los sistemas Kanban.

El JIT se basa en la técnica Pull (jalar), método utilizado para saber cuando introducir materiales o información en un proceso productivo, todo lo contrario a la técnica Push (empujar). El modelo Pull es una producción proactiva porque quien inicia el proceso es el cliente final y se produce solo cuando lo necesita mientras que el modelo Push es una producción reactiva que busca crear demanda en el cliente final y se caracteriza por tener stocks de productos (VILLARGARCIA, 2000). Los programas tradicionales de construcción se han basado siempre en la técnica Push para el abastecimiento de materiales e informaciones y están basados en la fecha de comienzo de las labores según el programa (ROSSI, 2007). Mientras que el Pull suministra material e información solo cuando el proceso está en grado de hacer el trabajo.

Las técnicas Push y Pull son utilizadas también en la industria de la construcción. En el sistema Push, la producción es planeada y controlada sin ninguna preocupación por el cliente y la calidad (Figura 3.5) esto ha sido una realidad en los inicios de todas las industrias cuando la competencia era baja (OLSSON, 2000). Cuando la demanda actual depende del cliente final desencadena todo el proceso de producción (Figura 3.5) esto es el sistema pull.



**Figura 3. 4** – La construcción como un sistema Push vs. Pull. Adaptado de OLSSON (2000).

### 3.2.2 Lean Construction

Sistema de gestión de producción que evolucionó del JIT al *Lean Production* con aplicación directa a la construcción (VILLAGARCIA, 2008). Lo que diferencia al *Lean Construction* de las prácticas convencionales es su enfoque en las pérdidas y en la reducción de las mismas (GHIO, 2001). Otro punto fundamental es el manejo del modelo de flujos en contraposición al modelo de conversión (KOSKELA, 1992). El *modelo de flujos de procesos* permite visualizar las abundantes pérdidas identificadas por Taiichi Ohno en el proceso constructivo y que el *modelo de conversión* no permite ver. *Lean Construction* apunta a eliminar las pérdidas por flujo y a optimizar los procesos de toda la construcción, buscando minimizar aquellas actividades que no agregan valor y a optimizar las que si agregan y que respaldan a otras estrategias competitivas que también añaden valor al producto edificio como la Gestión de la Cadena de Abastecimiento (ver ítem 3.4).



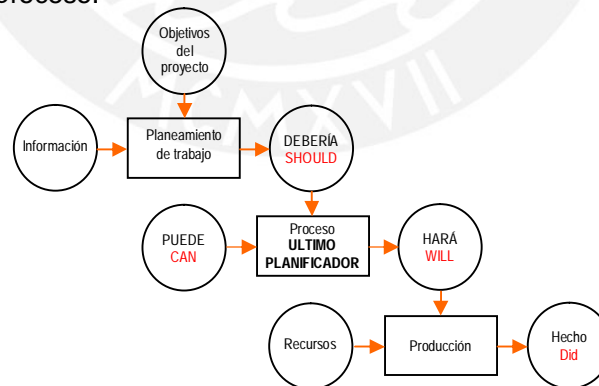
Según IZQUIERDO (2008) la principal fuente de pérdidas en la construcción es la variabilidad, una manera de reducirla o minimizar su impacto es utilizando técnicas Lean y sus herramientas.

Para reducir la variabilidad se necesita un planeamiento de la producción a mediano y corto plazo (programación) que nos permita identificar tareas que se ejecutarán en el futuro, así como determinar si la cantidad de trabajo disponible es suficiente para los recursos existentes.

El planeamiento de la producción se debe dar en tres niveles: el plan maestro en el que se desarrollan las estrategias de ejecución del proyecto, el *Look Ahead Planning* (análisis de mediano y corto plazo) y el plan semanal en el que se detallan los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades diarias.

### 3.2.2.1 El último planificador

Se refiere a la última persona que da instrucciones específicas a los trabajadores para realizar los trabajos en campo, no da instrucciones a ningún otro nivel de planificación posterior (GHIO, 2001). El último planificador es el mecanismo que se encarga de transformar lo que debería ser hecho (SHOULD) en lo que se puede hacer (CAN) de tal manera que le permita formar una reserva de trabajo sobre el cual se prepararán los programas semanales. Las asignaciones de la planificación semanal son el compromiso de que el último planificador lo hará (WILL). La Figura 3.6 resume el proceso.



**Figura 3. 5 – El sistema del Último Planificador.** Adaptado de ROSSI (2007).

### 3.2.2.2 Look Ahead Planning (LAP)

La Planificación Anticipada de Recursos (LAP) es un programa de asignaciones potenciales para las próximas semanas (ROSSI, 2007), el número de semanas pueden variar de acuerdo a las características del proyecto y a la confiabilidad del



planeamiento. Y debe partir del cronograma general de la obra para esto el plan maestro deberá estar disgregado a un nivel de detalle de tal manera que represente las asignaciones en un formato semanal.

Una vez que las actividades han sido incluidas en el LAP se procede al análisis de las restricciones, la regla es incluir en la ventana del LAP solo aquellas actividades que puedan estar listas para ser completadas según el programa (ROSSI, 2007). Para identificar todos los recursos se debe contar con procedimientos y formatos disponibles para hacer formalmente el análisis de las restricciones, en esta etapa es necesario tomar acciones concretas sobre las restricciones identificadas. Además, los responsables de identificar las restricciones debe ser uno de los ejecutores de la construcción y tenga la capacidad de reconocer todos los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades (IZQUIERDO, 2008).

La verificación de la planificación se da a través del Porcentaje de Actividades Completadas (PPC, por sus siglas en inglés), el PPC es el número de actividades planeadas que han sido completadas dividido entre el número total de actividades planeadas nos sirve como herramienta de control (ROSSI, 2007). Un alto porcentaje significa un buen cumplimiento de la programación. Las causas de incumplimiento son emitidas en un Análisis de No Conformidad esto permite que las tareas posteriores puedan ser mejoradas.

Si implementamos el sistema de producción *Lean* junto a un buen sistema de gestión de proveedores nos permitirá agregar mayor valor al producto y de esta manera elevar el grado de competitividad de las empresas constructoras.

### 3.2.2.3 El pensamiento Lean y la relación con los proveedores

El pensamiento *Lean* no solo se limita al sistema de gestión de producción sino que se trata más bien de un sistema de negocios que abarca a toda la empresa (WOMACK *et al.*, 1992). En ese sentido, FONTANINI; PICCHI (2003) señalan que la gestión de proveedores forma parte de lo que se llama la empresa extendida para incluir la obligación de participación de los proveedores en la mejora de la calidad y la productividad. Así mismo WOMACK *et al.* (1992) identifican diferencias en la relación comprador-proveedor del pensamiento *Lean* y la producción tradicional; con respecto a esto FONTANINI; PICCHI, (2003) presentan un resumen:

**Alianzas:** En el sistema *Lean* se buscan las relaciones estables y de largo plazo con los proveedores. Se hace una gran inversión en la búsqueda de beneficios comunes, transparencia y construcción de estas relaciones entre las partes.

**Reducción de la base de proveedores:** como resultado de la búsqueda por alianzas se escogen uno o dos proveedores para cada tipo de familia de material.

**Aprendizaje mutuo:** Los proveedores están involucrados en el desarrollo de productos desde las etapas iniciales y busca la comprensión mutua de los procesos y cambio de tecnología con el objetivo de agregar valor al producto.

**Esfuerzo en conjunto en la reducción de desperdicios:** Se desarrollan esfuerzo conjuntos en la identificación y eliminación de desperdicios a través de cambios en el desarrollo de productos y en el perfeccionamiento de procesos de producción y logística, en general, el constructor apoya al proveedor para que utilice en su producción los principios *Lean*.

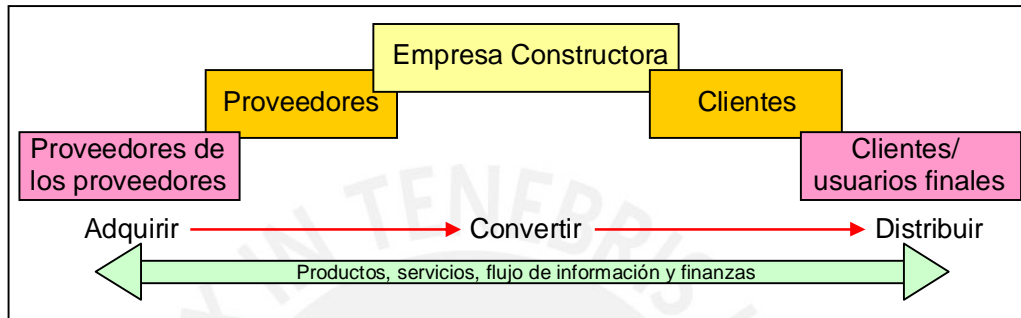
**Entregas y producción *just-in-time*:** En lugar de pedidos basados en programaciones, entregas poco frecuentes y grandes lotes, el pedido entre comprador y proveedor *lean* se da *Just-in-Time*, utilizando el sistema *kanban*, que solicita la entrega en lotes pequeños, conforme a lo demandado. Además, el proveedor es alentado a implantar la producción *Just-in-Time*, caso contrario los stocks serán devueltos al proveedor.

**Calidad garantizada:** En el sistema *Just-in-Time* la calidad es obligatoria, si un lote es rechazado, la producción será interrumpida por la casi inexistencia de stocks, será necesario que el proveedor tenga procesos que garanticen la calidad en la producción, para así eliminar la necesidad de inspección en la recepción.

### 3.3 La Gestión de la Cadena de Abastecimiento

Empecemos por definir la Cadena de Abastecimiento (SC, por sus siglas en inglés), según BALLOU (2004) abarca todas las actividades de transformación de bienes en sentido ascendente y descendente desde su extracción como materia prima hasta su entrega al cliente final e incluye los flujos de información. Luego CHRISTOPHER, (1997) define a la Cadena de Abastecimiento como “*La red de organizaciones que se relacionan a través de enlaces en ambos sentidos, en los diversos procesos y actividades que producen valor en la forma de productos y*

*servicios en manos del consumidos final*”. En ambas definiciones los bienes y servicios producidos pasan a través de diversas organizaciones antes de llegar al cliente final. En nuestro caso la principal organización es la empresa constructora en las que intervienen también los proveedores de materiales e insumos, proveedores de mano de obra y de equipos, proveedores de proyectos, subcontratistas y el cliente. Esto puede observarse en la Figura 3.7 en el que aparecen los participantes de la cadena de abastecimiento.



**Figura 3. 6** – Alcance de la Cadena de Abastecimiento. Adaptado de BALLOU (2004).

La figura 3.7 deriva de la premisa según el cual la cooperación entre los miembros de la cadena reducirá los riesgos individuales y potencialmente podrá mejorar la eficiencia del proceso logístico eliminando las pérdidas y los esfuerzos innecesarios. De esto se deriva la importancia de integrar a todos los participantes.

El objetivo de la cadena de abastecimiento es entregar los materiales necesarios en la *cantidad, calidad y tiempo* requerido al menor *costo* posible para dar un mejor servicio al cliente. Ninguno de ellos es más importante que el otro, todos poseen la misma importancia, la ausencia de uno de ellos afectará el servicio al cliente. Analicemos *cantidad*, si la administración de la obra hace un pedido de 50 tn de acero para la semana y el proveedor solo le envía 40 tn, se le está afectando el abastecimiento al cliente, si se le envía más le creamos problemas de almacenamiento y excesos de inventarios. Para la *calidad*, si el proveedor le envía a su cliente un producto inferior de lo que vende afectaremos sus características. En el caso del *tiempo*, es común que el material requerido llegue a las obras fuera de lo programado creándole problemas al constructor porque tiene que reorganizar sus labores, si llega antes tendrá problemas de exceso de inventarios. Finalmente, el *costo*, no necesariamente nos dejemos llevar por el precio más bajo es mejor hacer un análisis de costo total integrado para tomar una decisión ya que a veces

no conviene el más barato sino el que se entrega a tiempo con la calidad especificada y cantidad requerida. Los problemas generados muchas veces se deben a la falta de compromiso de los proveedores, puede que el contratista se esfuere por cumplir con los plazos establecidos, pero si los proveedores se retrasan en sus envíos, la construcción también se retrasará. Para evitar este tipo de problemas es necesario implementar un sistema de gestión que ayude a mejorar la cadena.

### 3.3.1 Definición del SCM

La Gestión de la Cadena de Abastecimiento (SCM, por sus siglas en inglés) es un concepto más amplio que la logística y apareció producto de su evolución a lo largo de los años. La Figura 3.8 muestra dicha evolución:

	Fase cero	Primera fase	Segunda fase	Tercera fase	Cuarta fase
Perspectiva dominante	Administración de materiales	Administración de materiales + Distribución	Logística Integrada	Gestión de la Cadena de Abastecimiento	Gestión de la Cadena de Abastecimiento + Respuesta Eficiente al Consumidor <sup>3</sup>
Focos	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gestión de stocks</li> <li>•Gestión de compras</li> <li>•Movimiento de materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Optimización del sistema de transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Visión sistemática de la empresa</li> <li>•Integración por sistemas de informaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Visión sistemática de la empresa incluyendo proveedores y canales de distribución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Amplio uso de alianzas estratégicas, comakership, subcontratación y canales alternativos de distribución</li> </ul>

**Figura 3. 7** – La evolución de la Logística hacia la Gestión de la Cadena de Abastecimiento (SCM). Adaptado de WOOD y KNÖRICH (1998).

Al observar la Figura 3.8, el SCM surge como producto de la evolución de la logística, a lo largo de los años es enriquecida en actividades que le permite ganar un contenido estratégico y no solo técnico y operacional. En la segunda fase pasa a englobar procesos de negocios fundamentales para la competitividad, en la que la estructura integrada de la logística pasa a administrar toda la cadena de abastecimiento desde la entrada de materias primas hasta la entrega del producto final. Pero el contenido estratégico se muestra evidente en la fase tercera y cuarta

<sup>3</sup> Modelo estratégico de negocios en el cual clientes y proveedores trabajan en conjunto para entregar el mayor valor agregado al cliente final. Busca aumentar la eficiencia de toda la cadena de abastecimiento en lugar de los componentes individuales.

en el que la participación logística es una de las más importantes en la toma de decisiones de la empresa, esta fase no puede ser realizada por la empresa constructora por sí misma, para poder conducir todo el proceso es necesario que esté relacionado con los agentes que participan en la transformación del producto o servicio con el objetivo de mejorar el servicio al cliente. En este nivel se dan las alianzas estratégicas, las asociaciones y los consorcios logísticos entre los participantes (WOOD; KNÖRICH, 1998).

Los conceptos básicos de La Gestión de la Cadena de Abastecimiento (SCM) incluye herramientas del JIT y la logística estudiada por BALLOU (2004) la define como la integración de todas las actividades de flujo y transformación de bienes a través del mejoramiento de las relaciones de la cadena de abastecimiento para lograr ventajas competitivas. Estas ventajas se pueden alcanzar si todos los participantes toman conciencia de una mayor integración entre ellos para maximizar el valor y reducir los costos del proyecto. Esto va acorde con lo que expone LAMBERT (1993) cuando se refiere al SCM como la búsqueda de integración de los procesos clave del negocio desde el cliente final hasta fabricantes, proveedores de productos, servicios e informaciones, almacenamiento con el objetivo de agregar valor a los consumidores y todos aquellos implicados en el negocio además de minimizar los costos totales del sistema para satisfacer los servicios deseados.

De estas definiciones se desprende la importancia de las relaciones entre la constructora y las empresas relacionadas al sector. En efecto, el SCM extiende su visión más allá de la empresa como los proveedores directos e indirectos en los que identifica oportunidades de mejoramiento. Así el SCM busca crear vínculos y coordinaciones con otras organizaciones en los procesos que se llevan a cabo dentro del canal, el acercamiento de los integrantes tiene que estar centrada en la confianza, en la cooperación que se tienen entre ellos, y empezar a dejar de verse como rivales sino al lo contrario para lograr un beneficio común. Una falta de coordinación de los participantes perturba el equilibrio de fuerzas que representa una flujo eficiente, por eso es necesario que los proveedores asuman una posición más comprometida, por ello el SCM necesita seleccionar y organizar la formación de alianzas que acepten el desafío del trabajo integrado que busque optimizar la cadena de abastecimiento, esta estrategia se desarrollará al detalle en el próximo capítulo.



### 3.3.2 Evolución de las formas tradicionales de gestión de abastecimiento hacia el SCM

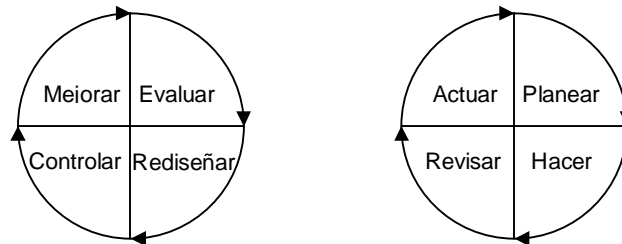
La forma tradicional de gestión de la cadena de abastecimiento ha evolucionado con los años hacia el SCM, los principales cambios incluyen varios elementos mostrados en la Tabla 3.2. Desde el punto de vista de modelos de producción, la forma tradicional de gestión de la cadena de abastecimiento está basada en el *modelo de conversión* mientras que el SCM está basado en el *modelo de flujo de procesos*. La conversión sugiere que cada fase de la producción es controlada independientemente mientras que el flujo de procesos se centra en el control del flujo total de producción (KOSKELA, 1992).

Elemento	Gestión Tradicional	Gestión de la Cadena de Abastecimiento
Enfoque basado en la gestión de inventarios	Esfuerzos independientes	Reducción común del canal de inventarios
Enfoque basado en el Costo total	Minimizar costos	Eficiencia de los costos a todo nivel
Horizonte temporal	Corto plazo	Largo plazo
Cantidad intercambio de información y monitoreo	Limitado a las necesidades actuales de operación	Según sea necesario para la planificación y seguimiento de procesos
Cantidad de coordinación de niveles múltiples en el canal	Contacto único para la transacción entre pares del canal	Múltiples contactos entre niveles en la empresa y en los niveles del canal
Planificación conjunta	Basado en transacciones	En curso
Compatibilidad con las filosofías de la empresa	No es relevante	Compatibilidad al menos para las principales relaciones
Amplitud proveedor base	Grande para aumentar la competitividad y reducir	Pequeño para aumentar la coordinación
Canal de liderazgo	No se necesita	Necesario para centrar la coordinación
Monto de compartir riesgos y beneficios	Cada uno por su propia cuenta	Riesgos y beneficios compartidos a largo plazo
Velocidad de operaciones, información y niveles de inventario	Orientación "Almacén" (almacenamiento, stocks de seguridad) interrumpido por obstáculos a los flujos, localizados en el canal	Orientación "centro de distribución" (velocidad de inventarios) interconectando flujos, JIT, respuestas rápidas a través del canal

**Tabla 3. 2** – Diferencias características entre formas de tradicionales de gestión de la cadena de abastecimiento y SCM. Adaptado de KOSKELA Y VRIJHOEF (1999).



Asimismo, KOSKELA y VRIJHOEF (1999) encuentran una semejanza entre la metodología del SCM y el ciclo Deming (Figura 3.9) que consiste en cuatro elementos: Evaluación, Rediseño, control y mejora continua.



**Figura 3. 8** – Metodología del SCM comparada con el ciclo Deming (KOSKELA; VRIJHOEF, 1999).

### 3.3.2.1 Evaluación de la cadena de abastecimiento

El primer paso, es evaluar el proceso actual a través de la cadena de abastecimiento para detectar problemas y desperdicios, entender e identificar las causas que lo provocan.

### 3.3.2.2 Rediseño de la cadena de abastecimiento

Lo que sigue es rediseñar la cadena de abastecimiento para introducir soluciones a los problemas encontrados, esto incluye la redistribución de funciones, tareas y responsabilidades de los actores de la cadena de abastecimiento; y una revisión de los procedimientos.

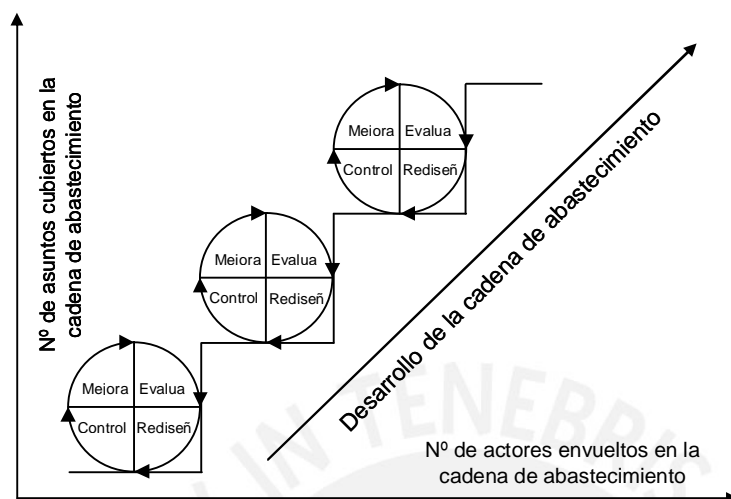
### 3.3.2.3 Control de la cadena de abastecimiento

El paso que sigue es el control de la cadena de abastecimiento de acuerdo a la nueva configuración e incluye medir y estimar el desperdicio a través del proceso y sistemas de *feedback* para analizar y evaluar los problemas con el objetivo de identificar nuevas oportunidades para mejorar la cadena de abastecimiento.

### 3.3.2.4 Mejora continua de la cadena de abastecimiento

El mejoramiento continuo implica la evaluación permanente de los procesos de la cadena de abastecimiento utilizando los tres pasos anteriores: evaluación, rediseño y control. Sin embargo la implementación de la metodología del SCM no solo incluye al contratista principal sino que la resolución de problemas se debería dar a través de la interdependencia con los otros actores buscando un objetivo común y nuevas oportunidades de mejoramiento (KOSKELA; VRIJHOEF, 1999). En efecto, la dependencia y cooperación de los participantes garantiza el éxito en la aplicación

de la metodología de la cadena de abastecimiento. El desarrollo del SC debe darse en cooperación con un grupo creciente de actores frente a un número creciente de asuntos (Figura 3.10).



**Figura 3. 9** – Enfoque general del desarrollo de la cadena de abastecimiento (KOSKELA; VRIJHOEF, 1999).

### 3.3.3 Prácticas eficaces del SCM

Algunas prácticas del SCM son utilizadas para facilitar el funcionamiento de la cadena de abastecimiento, HALLEY; SANTIN (1997) proponen:

- Reestructuración y consolidación del número de proveedores y clientes. Dependiendo del tipo de proveedor, es preferible reducir su número y profundizar las relaciones con las empresas con las cuales se labora en alianzas para trabajar en un ambiente de colaboración y cooperación, al estrechar relaciones generamos oportunidades de desarrollo mutuo.
- Aplicación del sistema Intercambio de Datos Electrónicos (EDI, por sus siglas en inglés). Son sistemas computacionales de integración entre proveedores, clientes y operadores logísticos.
- Implantación del sistema Respuesta Eficiente al Consumidor (ECR, por sus siglas en inglés) Este concepto llama a la integración de los participantes de la cadena productiva para trabajar en conjunto con patrones comunes y procesos eficientes y optimizar la productividad en sus relaciones.

### 3.4 JIT, logística y el SCM

A la fecha el *Just-in-Time*, la logística y la gestión de la cadena de abastecimiento han pasado a ser parte de prácticas empresariales y aparentemente en tiempos

diferentes. En primer lugar las empresas buscaron reducir costos a través de la reducción de desperdicios. El *Just-in-Time*, filosofía venida de oriente, se presentó como una alternativa para eliminar todo tipo de pérdidas y mejorar la producción.

El JIT como práctica productiva ha permitido a las empresas alcanzar resultados bastante efectivos tales como: reducción en el número de proveedores, acercamiento entre cliente y proveedor, abastecimiento y producción de lotes pequeños, entregas frecuentes, programas de calidad de los proveedores, menor número de inspecciones en los proveedores, visitas de los proveedores a las zonas de trabajo; aumento de la productividad tras las reducción de tiempos, compras JIT.

En la medida que el JIT se diseminaba, las empresas reestructuraban más sus sistemas de producción hacia esa perspectiva, envolviendo prácticas de abastecimiento, producción y distribución. En el abastecimiento JIT, los integrantes no deberían visualizarse como rivales sino más bien como empresas que anhelan una relación de cooperación entre ambos para alcanzar la interacción deseada. Consecuentemente, la relación clientes y proveedores en ese ambiente tiende a estar basado en el proceso que les permita alcanzar juntos determinados objetivos comunes y hasta posiciones en el mercado.

Luego, surge otro desafío para las empresas, el de atender con eficiencia y velocidad al mercado consumidor. En ese caso, la logística que tiene como función administrar todos los recursos necesarios (personas, materiales, equipos, prácticas operacionales) para mantener en forma ininterrumpida el flujo de productos, desde la adquisición de materias primas, producción y su distribución al consumidor final, se presentó como una alternativa competitiva más para las empresas. La logística tuvo una aceptación positiva en los sectores industriales, principalmente porque su enfoque es similar al del JIT, en el que algunas características y objetivos pasan a ser comunes para ambos, como la de disponer de los materiales en la cantidad correcta, con la calidad especificada, en el lugar correcto, en el tiempo requerido para el consumidor al menor costo.

La logística está ligada al flujo de materiales e informaciones y consecuentemente al cliente que exige cumplimiento de plazos, confianza en la relación con el proveedor, alianza, post-venta, servicios y precios (RODRIGUES; DOMINGOS; PERUCHI, 2007). Todas esas exigencias obedecen a un ciclo cada vez más dinámico que comienza simultáneamente en el cliente y en los proveedores. A la

logística le queda administrar todos los recursos necesarios para la elaboración del producto y a su disponibilidad en el mercado ello implica la negociación, compras, transporte, producción, distribución, ventas y servicios, o sea todas las operaciones necesarias al abastecimiento, producción y comercialización de productos y servicios.

En determinado momento las empresas empiezan a preocuparse por la eficiencia en el flujo de informaciones, respuestas y mejor desempeño a través de la integración de la cadena de abastecimiento. El objetivo es sincronizar los plazos de entrega de los suministros con la atención de los pedidos de los clientes. Ese es el objetivo del SCM y que tiende a conceder ventajas competitivas para ambos: clientes y proveedores. El SCM es, en realidad, el esfuerzo de integración de los diversos miembros del canal de distribución. A esto CHRISTOPHER (1997) agrega que cuanto más estrecha sea la relación entre los miembros del canal, mayores serán las oportunidades para aprovechar el beneficio mutuo que las habilidades de cada parte. Por ejemplo muchas empresas constructoras podrían mejorar el proyecto del producto (edificio) a través de una fuerte cooperación con los proveedores que les permitiría descubrir medios más eficientes para trabajar juntos.

Con lo expuesto, el JIT, la logística y el SCM son prácticas que pueden proporcionar a las empresas constructoras mayor eficiencia y mejor desempeño en su cadena productiva y que se complementan en su finalidad (RODRIGUES; DOMINGOS; PERUCHI, 2007). Tanto el JIT, la logística y el SCM tienen los mismos objetivos para las constructoras, que es la de agregar valor en todas sus actividades y procesos necesarios para elaborar el producto (edificio), con las especificaciones requeridas cumpliendo rigurosamente con los plazos de entrega.

## CAPITULO 4 - IMPORTANCIA DE LOS PROVEEDORES EN LA CONSTRUCCION

En este capítulo se hace una revisión sobre la importancia de los proveedores en la industria de la construcción, la relación constructora-proveedor y la ventaja competitiva que se puede obtener al formar alianzas en la cadena de abastecimiento.

### 4.1 Proveedor: Importancia en la construcción

En los negocios se reconoce que el papel que desempeñan los proveedores en la distribución de bienes al consumidor siempre ha sido crítico para alcanzar el éxito (LASETER, 2000). De qué sirve ser eficientes al interior de nuestra empresa si nuestros proveedores no nos entregan los materiales en el momento adecuado con la calidad especificada y en la cantidad requerida, los resultados serán los mismos: retraso en el proceso constructivo (ESTRUCH, 2007). Nuestros mayores esfuerzos por mejorar este aspecto al interior de la empresa constructora no son suficientes, como vimos al final del capítulo anterior. En los últimos años nos hemos dado cuenta que para sobrevivir en un mercado cada vez más competitivo es necesario buscar la integración de todas las empresas involucradas en la cadena de producción para volverla más eficiente e identificar oportunidades de mejoramiento del canal (VILLAGARCIA, 2008). Algunas empresas de otras industrias se han dado cuenta de este problema y han empezado a mejorar las relaciones con sus proveedores para trabajar en la misma dirección y no verse como rivales, un mayor acercamiento entre ambos les permite dividir o asumir mayores riesgos en todo el proceso productivo (MARTINS, 2004) esto se convierte en una ventaja competitiva frente a otras constructoras. Sin embargo, la relación constructora-proveedor en el mercado actual se caracteriza por la falta de colaboración y confianza que evita estrechar relaciones y mejorar la industrialización. Además, al analizar la cadena de abastecimiento del sector construcción, el papel del proveedor se ha limitado a vender su producto o a lo más a entregarlo fuera de la obra con indicaciones de cómo utilizarlos sin llegar a asumir mayor responsabilidad.

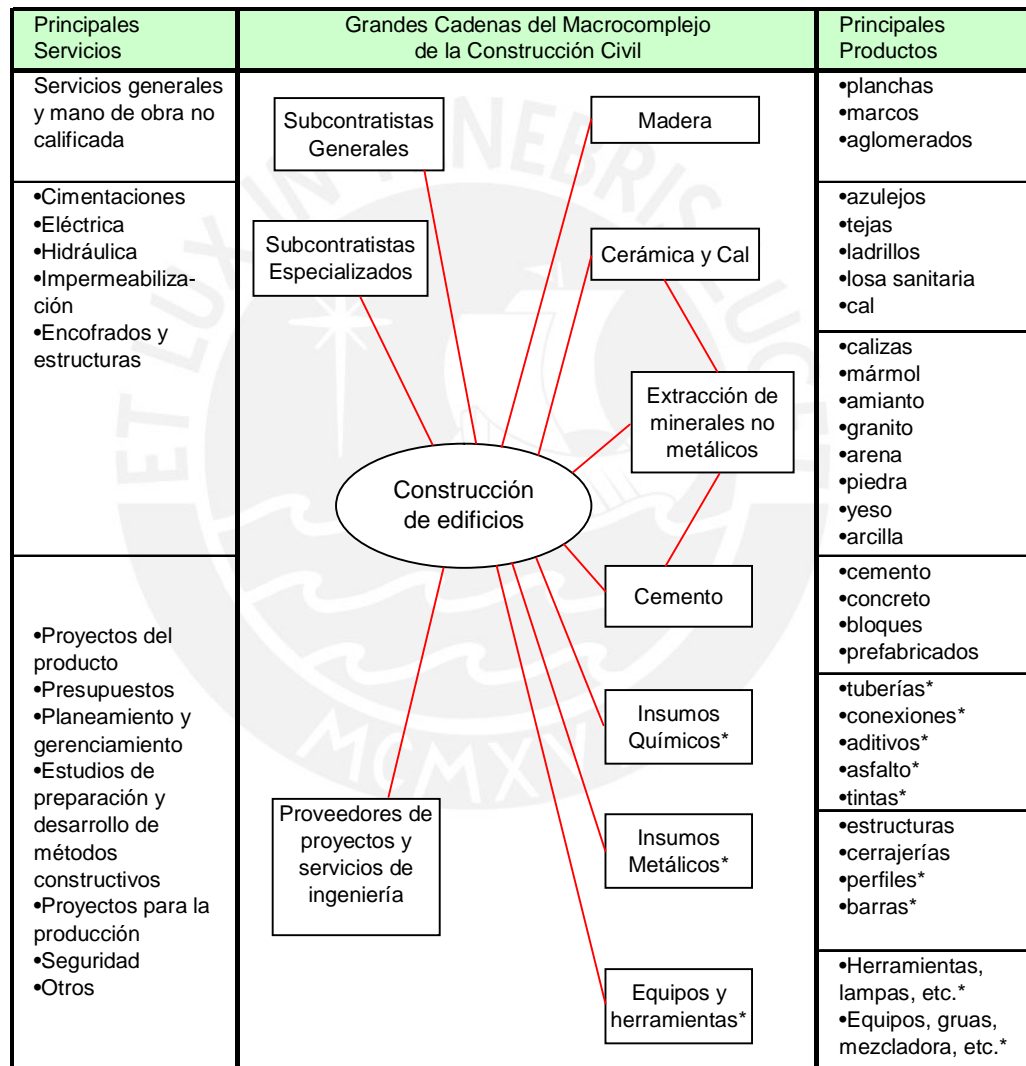
Recientemente ha aumentado la tendencia de utilizar productos que nos ayudan a simplificar el trabajo en obra (VILLAGARCIA, 2008). Efectivamente, años atrás el sistema de construcción utilizado se caracterizaba por hacer todos los trabajos en la obra y de manera artesanal, al encargar estas tareas a los trabajadores traía consigo retrasos en el avance de la obra. Algunas empresas conscientes de que su



producción estaba siendo afectada optó por delegar la utilización de ciertos productos a sus proveedores. El caso más conocido es el acero dimensionado, que llega habilitado a la zona de trabajo listo para ser colocado en el lugar indicado según los planos de estructuras.

## 4.2 Tipos de proveedores en la industria de la construcción

Para llevar a cabo las actividades de construcción son necesarias una serie de insumos y servicios (Figura 4.1) que son brindados por diversos proveedores con grados de industrialización bastante heterogéneos.



\*Observaciones: (\*) - Elaborado fuera del macrocomplejo de la construcción civil

**Figura 4. 1** – Principales proveedores e insumos en la construcción de edificios.  
Adaptado de FABRICIO (2000).



Se puede ver la gran diversificación de proveedores en el sector, cuya participación varía de acuerdo a los insumos o servicios que prestan. Entre los principales proveedores que se pueden identificar en la industria de la construcción son:

- Proveedores de materiales
- Proveedores de proyectos y servicios especializados
- Proveedores de equipos y herramientas
- Subcontratistas

Haciendo investigaciones sobre proveedores, FABRICIO (2000) hace una caracterización por cada uno de ellos, a continuación son clasificados en:

#### 4.2.1 Proveedores de materiales

Los proveedores de insumos desempeñan un papel fundamental en el que plazo, precio, calidad son factores determinantes, además son los responsables por la producción y venta de diferentes tipos de productos para la industria de la construcción, aunque en la mayoría de los casos muchos son solo intermediarios. Están divididos en varios sectores industriales que van desde grandes empresas multinacionales hasta pequeñas empresas locales. De acuerdo al tipo de proceso que requieren los insumos pueden ser divididos en: extracción o transformación de recursos naturales y producción de materiales sintéticos, sustancias químicas. Los procesos de extracción o transformación de recursos son realizados por empresas pequeñas y medianas, con poca tecnología agregada: extracción de arena, grava, piedra, madera, cerámicas, lájas, ladrillos. Son pocas empresas grandes las que extraen y transforman cemento, aglomerados de madera, etc. y que tienen gran influencia en el mercado nacional. La producción de materiales sintéticos, sustancias químicas es realizada por grandes empresas nacionales y extranjeras con procesos industriales complejos y tecnología avanzada: acero, metales, aditivos, etc. Siete principales familias de materiales en la construcción (materiales sanitarios, cemento, mayólicas y losetas, perfiles, vidrios, pinturas y barnices, acero habilitado) representan el 65% de los costos de materiales en la construcción de un edificio y son producidos por grandes oligopolios que ponen fuertes barreras a la entrada de nuevos competidores que requieren grandes inversiones en grandes plantas industriales con largo período de recuperación de capital invertido (FABRICIO, 2000). En este caso, las empresas dictan los precios y solo encuentran límites ante una posible amenaza de ingreso al mercado de productos sustituibles o productos nuevos. En contraposición a esta situación, se encuentra la mayoría de constructoras medianas y de pequeño porte por lo que se genera

desproporción en las negociaciones (CHRISTINA; HERMIDA, 2004). En otros sectores como acabados: mayólicas, cerámicas, pinturas, aparatos sanitarios, puede observarse menor concentración de mercado y de barreras a la entrada con gran variedad de productos y de fabricantes. A pesar de no poder dictar precios en el mercado existen productores líderes que constantemente invierten en el desarrollo de nuevos productos y en marketing buscando ocupar el mercado de obras residenciales y comerciales.

Parte de la producción de materiales y componentes es destinada a la autoconstrucción, en algunos casos como el cemento, la demanda llega a ser más de la mitad del mercado. En este contexto debido a los costos que implica los materiales y componentes, y la innovación tecnológica que introduce, la industria proveedora destaca como la más importante. Sin embargo, la innovación de materiales y componentes surge como estrategia de los grandes fabricantes de equipos y herramientas de acuerdo a sus intereses, no existe una preocupación por desarrollar productos específicos para la construcción porque ésta no es la única industria que deben atender.

Actualmente el cuadro que se presenta con los proveedores de materiales en el sub-sector edificaciones es presentado por REIS, MELHADO (1998):

- Las relaciones entre empresas constructoras y los proveedores de materiales es poco cordial y de corta duración.
- Las personas responsables de realizar las compras no poseen la habilidad técnica para seleccionar determinado producto dejándose llevar por el menor precio.
- Carencia de procedimientos para seleccionar proveedores.
- Difícilmente son identificados los proveedores cuyos productos presentan deficiencias en la calidad debido a una falta de comunicación entre la obra y la oficina.
- El monitoreo de los proveedores es inexistente para atender las solicitudes de la empresa constructoras en cuanto a plazo y calidad.

#### **4.2.2 Proveedores de proyectos y servicios especializados**

El mercado de proveedores de proyectos y servicios es bastante fragmentado constituido por un gran número de pequeñas empresas conformadas por poco personal y hasta por profesionales independientes orientados al mercado local,

generalmente en su ciudad o región. Envuelve varios profesionales de diferentes especialidades (arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas, sanitarias, eléctricas, gas, etc.). Tradicionalmente el desarrollo de proyectos en la construcción se caracteriza por la ausencia de coordinación (diferentes actores poco articulados entre sí) y por la volatilidad (para cada proyecto entran y salen diferentes actores) esta falta de integración entre los participantes crea muchas dificultades en la etapa de construcción. El contrato hecho con los proveedores es por modalidad de proyecto y antes del inicio de la construcción.

La fase del proyecto es fundamental para la obtención del producto final esperado y debe ser valorizada con anticipación por el inversionista para poder tomar decisiones cruciales que permitan reducir costos del proyecto. En la construcción existe una visión del proyecto como un costo obligatorio anticipado en el que muchas veces los recursos necesarios para su elaboración no están garantizados, lo que lleva a que este gasto tenga que ser reducido lo mínimo posible. Esta visión en la construcción perjudica el desarrollo del producto en especial cuando se le compara con otras industrias (CHRISTINA; HERMIDA, 2004). Los proyectos no poseen un nivel detalle e integración adecuados que aclaren las características del producto perjudicando la *constructabilidad*<sup>4</sup>. Esto se debe, en parte, a que el criterio de selección de proyectistas por las constructoras es el precio del servicio sin considerar la calidad y la integración entre diversos proyectos; y entre proyectos y sistemas de producción de la constructora, sobre todo cuando se trata de disminuir costos en los proyectos y se busca proyectistas por criterios de menor precio, en algunos casos, son eliminadas fases cruciales del proyecto como el detalle de los elementos constructivos dejando esta responsabilidad al ingeniero o al maestro de obra.

Otros factores que favorecen a estos problemas es la falta de cooperación por parte de los proyectistas que lleva a una limitada coordinación entre los diferentes proyectos y a flujos de información deficientes que llevan a tomar decisiones equivocadas sobre datos faltantes. En este contexto, el poder de negociación con respecto a los constructores es bastante bajo. Los proveedores de proyectos difícilmente incorporan nuevos procedimientos o nuevas tecnologías al sector construcción. Sin embargo, la mayoría de las empresas constructoras opta por

---

<sup>4</sup> Sistema que se utiliza para una óptima integración del conocimiento y experiencia de construcción en las operaciones de planificación, ingeniería y construcción para alcanzar los objetivos del proyecto. (Construction Industry Institute).

contratarlos para desarrollar sus proyectos ya que mantenerlos representaría un costo muy elevado debido a que los ciclos de elaboración de un proyecto a otro son largos.

Una manera de atenuar los problemas generados en las relaciones con los proyectistas, la empresa constructora deberá implementar un proceso gerencial que garantice la integración de las especialidades en cada proyecto – entre proyectistas, constructores e inversionistas en un mismo equipo de trabajo.

#### **4.2.3 Proveedores de equipos y herramientas**

La construcción de edificios utiliza mucha mano de obra y no se preocupa demasiado por invertir en bienes de producción como equipos, herramientas y maquinarias, la cual se reduce a una magnitud pequeña. Además las grandes empresas que desarrollan nuevos productos apuntan más a otros sectores industriales y no se preocupan por desarrollar equipos y herramientas específicos para la construcción por lo que quedan forzados a adaptarse a ciertos productos originalmente destinados a otras industrias. A partir del año 2002, ha habido un incremento en las importaciones de maquinaria pesada como resultado del crecimiento del sector, además se ha incrementado el uso de grúas en grandes obras de la ciudad.

#### **4.2.4 Subcontratistas**

La subcontratación es la transferencia de las actividades ligadas a la producción a personas físicas o jurídicas contratadas para la ejecución de las actividades principales de la constructora (AZEVEDO, 2003) con anuencia y bajo la responsabilidad del contratista principal o de la misma constructora. En ese sentido, los subcontratistas aceptan la responsabilidad técnica y financiera de elaborar un producto o servicio bajo las especificaciones técnicas del contratista. Actualmente, son raras las empresas constructoras que ejecutan todas sus actividades sin la contribución de otras pequeñas empresas. En vista que los subcontratistas de construcción civil no constituyen un grupo homogéneo AZEVEDO (2003) propone una clasificación por nivel evolutivo de exigencia:

##### **4.2.4.1 Subcontratistas de mano de obra**

Aquellos que proveen solo mano de obra para la ejecución de servicios contratados, son predominantes en algunas actividades como la habilitación y trabajos del acero, instalaciones eléctricas y sanitarias, encofrados, albañilería, etc.

#### 4.2.4.2 Subcontratistas de material y mano de obra

Aquellos que además de mano de obra también proveen materiales para la ejecución de servicios, como: carpinteros para puertas.

#### 4.2.4.3 Subcontratistas de proyecto, material y mano de obra

Aquellas que además de ejecutar los servicios se responsabilizan por el proyecto del servicio a ser ejecutado como por ejemplo las empresas de impermeabilización.

#### 4.2.4.4 Subcontratistas de proyecto, material, mano de obra y mantenimiento

Aquellas empresas que además de ejecutar el servicio con material y proyecto propio se responsabilizan por la asistencia técnica post-entrega como las empresas de instalaciones contra incendios, aire acondicionado y ascensores.

Si es que existe un mecanismo de gestión adecuado que garantice que todo lo que se realice presente la calidad requerida, la subcontratación, hecha muchas veces por iniciativa de la constructora, gana por dos frentes. Al reducir personal disminuye los costos de mano de obra, al mismo tiempo que se transfieren los riesgos de las actividades de producción (CHRISTINA; HERMIDA, 2004). Sin embargo, esto no libra a la constructora de la carga generada por la responsabilidad legal en relación a la obra y al producto final. A pesar de que todavía existe un gran desnivel de poder entre empresas constructoras y subcontratistas, estos últimos han adquirido nuevos poderes por la dependencia creciente de las primeras que los lleva a un cambio en las relaciones volviéndose más cooperativa.

### 4.3 Aprovechamiento de la innovación tecnológica de los proveedores

Durante los últimos años, diversas empresas han centrado su atención en reducir costo antes que en crecer y han intensificado su proceso de innovación (LASETER, 2000). Aprovechar los conocimientos de una empresa extendida apoyando la innovación de los proveedores puede aumentar la capacidad intelectual. Las empresas que lo hagan tienen la oportunidad de construir una ventaja competitiva.

MARTINS (2004) destaca que la tarea de los proveedores no solo es entregar materiales sino ofrecer nuevas soluciones constructivas como una forma de colaborar con el constructor y ayudar a resolver sus problemas en campo. En otros países, los proveedores entregan sus materiales en las zonas de trabajo de tal manera que no interfieran con la mano de obra del lugar dejándolos realizar sus



actividades. En términos económicos esto significa un ahorro sustancial y ayuda a mantener el trabajo productivo sin reducirlo.

El proveedor cumple un papel importante en la introducción de innovación tecnológica en la industria de la construcción, ya que desarrolla nuevos productos y los ofrece al mercado constructor. El término *nuevo*, para el mercado, se define como algo que incorpora de modo perceptible al usuario una cualidad o uso diferenciado de los modelos preexistentes (AMORIM, 1995). En este caso, por lo general, se adaptan equipos nuevos o tecnologías nuevas que afectan el proceso de producción sin alterar el producto final de modo evidente para el usuario. Tales efectos de los productos resultan en beneficios para las empresas, en efecto, la inclusión de dichos productos permite mejorar el grado de industrialización del proceso constructivo (VILLAGARCIA, 2000). Así la introducción de innovación tecnológica por parte de los proveedores crea armas competitivas en el mercado en todos los niveles económicos. Para reforzar la importancia del proveedor como agente innovador a continuación presentamos el grado de innovación tecnológica en el sector construcción que introduce cada participante.

Interviniente en el proceso constructivo	% de todas las innovaciones	% de innovaciones en los procesos de producción	% de innovaciones de productos
Constructor	7,5	14,6	2,9
Proveedor	72,5	56,2	82,7
Arquitecto	0,9	2,2	0
Consultor	11,4	16,9	7,9
Otros	7,9	10,1	6,5
Tamaño de la muestra	228	89	139

**Tabla 4. 1** – Porcentaje de innovaciones en la construcción habitacional holandesa según su tipo y según agente implementador. Adaptado de SAN MARTIN; FORMOSO, 2000).

La tabla 4.1 muestra claramente al proveedor como el principal innovador del subsector edificaciones, los resultados obtenidos por SAN MARTIN, FORMOSO (2000) hacen referencia en especial al proveedor de materiales, que con la introducción de sus productos han venido mejorando sustancialmente el grado de innovación del sector. Notamos también que la participación del constructor es bajo comparado con el proveedor debido a deficiencias para gestionar innovaciones en el proceso constructivo. Sin embargo, no hay que restarles crédito a los constructores ya que parte de sus ideas que se generan durante el proceso constructivo son utilizadas para mejorar el grado de innovación de determinadas actividades, pero son, finalmente, los proveedores los que implantan las ideas de



los constructores en el mercado de manera efectiva a través de sus productos. La participación de los diseñadores representados en la Tabla 4.1 por el arquitecto es prácticamente inexistente, sin embargo, en los últimos años la utilización de software de diseño en 3D y 4D está reduciendo el grado de incertidumbre que dejan los planos para los que tienen que construir. La Tabla 4.1 es un buen punto de partida para nuestro estudio del caso ya que consideraremos al proveedor como un agente importante en la industria de la construcción que introduce innovación tecnológica.

#### 4.3.1 Niveles de Innovación Tecnológica

*“En la construcción hacemos todo el día una cosa nueva, pero hacemos siempre la misma cosa”.*

*(Maestro de obra, anónimo)*

Con esta frase AMORIM (1995) empieza su investigación acerca del grado de innovación tecnológica en la construcción el cual es muy variable abarcando desde grandes empresas constructoras transnacionales hasta pequeñas locales, debido a la poca homogeneidad en este aspecto VASQUEZ (2005) presenta los siguientes niveles de innovación tecnológica en la construcción:

##### 4.3.1.1 Construcción Tradicional

Uso intensivo de la mano de obra. Este nivel de desarrollo es común en la autoconstrucción, el empleo de nuevas herramientas que aparecen en el mercado no se toman en cuenta.

##### 4.3.1.2 Construcción Tradicional optimizada

Las mejoras se alcanzan mediante mejoras en la gestión. Por ejemplo, la implementación del *Last Planner*, *Look Ahead Planning* y la sectorización para el mejoramiento de la producción.

##### 4.3.1.3 Construcción con tecnificación primaria

Ya se incorpora cierto grado de innovación en la tecnología. Se introducen nuevos productos, procesos o servicios en el mercado, por ejemplo el uso de grúas, equipos sobre ruedas para traslado de ladrillos.

#### 4.3.1.4 Construcción parcialmente ensamblada en obra

Se producen ciertas partes fuera de la línea de producción, finalmente estas partes se ensamblan a la línea principal. Como ejemplo se pueden citar las viguetas prefabricadas que se utilizan para losas aligeradas.

#### 4.3.1.5 Fabricación parcial externa

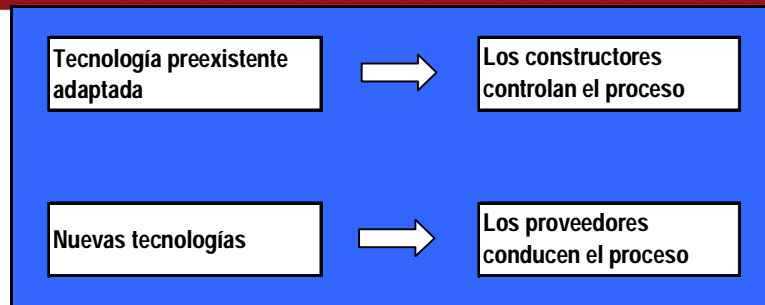
Ciertos elementos se fabrican fuera de la obra, y después son ensamblados en la obra. Corresponde a esta etapa, la producción de elementos de concreto armado prefabricado destinada, por lo general, a obras de infraestructura al interior del país, ya que producirlas allá elevaría los costos de producción.

#### 4.3.1.6 Fabricación externa general

En obra sólo se procede a ensamblar los elementos fabricados externamente y sólo se hacen trabajos menores. Este tipo de fabricación sólo se da en países desarrollados que cuentan con la tecnología suficiente para realizarlo. Se puede citar como ejemplo los edificios de acero.

Si bien las empresas constructoras de edificios en nuestro país se encuentran ubicadas en los diferentes ítems mostrados en la parte superior aunque difícilmente las dos últimas, el nivel de innovación tecnológica que gobierna las pequeñas y medianas constructoras que son la gran mayoría en la ciudad de Lima, son del tipo construcción con tecnificación primaria, diversas constructoras han empezado a incorporar a sus obras cierto grado de tecnologías, hoy puede verse en las obras el acero dimensionado, el encofrado metálico, sistemas de transporte horizontal como parihuelas.

AMORIM (1996) señala que donde la tecnología preexistente es capaz de adaptarse fácilmente a una nueva situación, los constructores pueden conducir este proceso, pero cuando hay introducción de una nueva tecnología, son los proveedores quienes determinan las definiciones necesarias, lo dicho se resume en la Figura 4.2:



**Figura 4. 2 – Hegemonía en las innovaciones (AMORIM, 1996).**

Al observar la Figura 4.2 vemos que los constructores no tienen problemas para trabajar cuando de tecnologías preexistentes adaptadas se trata, en cambio, los proveedores cumplen un rol protagónico en el proceso de introducción de nuevas tecnologías en la cadena de abastecimiento de la industria de la construcción. De allí la necesidad de resaltar su participación. Si bien hasta ahora a los proveedores casi no se les ha tomado en cuenta en el proceso de producción de edificios, es necesario empezar a seleccionarlos correctamente, el criterio de selección del precio más bajo queda descartado. La Figura 4.2 muestra también a las constructoras como organizaciones pasivas en la introducción de nuevas tecnologías, si bien es cierto que por iniciativa propia, las empresas constructoras introducen innovaciones estas raramente son desarrolladas al interior de la empresa. Los proveedores son los únicos que pueden condicionar el empleo de un nivel de tecnología en el mercado. El estudio de AMORIM (1996) muestra claramente que el sector construcción depende fuertemente de los fabricantes y los proveedores en el proceso de industrialización, en el Perú esta realidad posee las mismas características y los mismos tipos de problemas para implementar un sistema de mejoramiento que traiga beneficios a las constructoras, a los proveedores y finalmente a los clientes. Es necesario que los proveedores asuman un mayor compromiso en la cadena de abastecimiento y sea el motor que promueva el desarrollo tecnológico en nuestra industria.

#### **4.3.2 Características de la innovación en los edificios**

Existen diferentes niveles en el proceso de innovación tecnológica AMORIM (1995) logra identificar 3 niveles:

##### **4.3.2.1 Innovación en los productos de la construcción**

Este tipo de innovación se refiere al tipo de acabado que introduce nuevas tecnologías al producto edificio como servicios o equipos en las instalaciones del inmueble y que son advertidas fácilmente por el usuario. Un ejemplo de este tipo

pueden ser los *Green Building* (Edificios ecológicos), los edificios inteligentes, los edificios con aprovechamiento de agua de lluvia, etc. Todo aquel sistema que esté a la vista del usuario y que contribuye a la tecnología.

#### 4.3.2.2 Innovación en los productos para la construcción

Este tipo de innovación se refiere a la introducción de equipos, materiales o insumos para la construcción sin alterar el producto final (edificio) de manera tal que el usuario no los advierta a simple vista. MARTINS (2004) señala que este tipo de innovación trae consigo alteraciones en el proceso de producción y de esta manera representa una innovación para las constructoras y los proveedores. Ejemplos de este tipo de innovación es la introducción de equipos de transporte horizontal como parihuelas, equipos de traslado de materiales sobre ruedas o la introducción de nuevos componentes para albañilería cuyo trabajo de revestimiento sea más breve que otro sistema tradicional.

#### 4.3.2.3 Innovación en la organización de la producción

Este tipo de innovación se refiere a los cambios en los procesos de producción como consecuencia de nuevas formas de administración, de gestión, de control y de calidad (MARTINS, 2004). Así mismo este autor señala que este tipo de innovación esta relacionada con la anterior aunque presenta características propias y puede prescindir de utilizar nuevos insumos. Un ejemplo de este tipo es la introducción de nuevos sistemas de producción como el *Lean Construction*.

#### 4.4 El Papel de los proveedores en los nuevos paradigmas gerenciales

El incremento de la competitividad mundial ha traído consigo cambios en las formas de administración de las empresas, tanto en el ámbito empresarial como en el de producción, estos sucesos han traído alteraciones en las relaciones entre las empresas y sus proveedores (ISATTO, 1996). Estas relaciones han venido evolucionando desde etapas simples de abastecimiento hasta relaciones que contemplan integraciones estratégicas entre ellos como ventaja competitiva en el mercado actual.

El modelo de MERLI (1994) *apud* ISATTO (1996) define las nuevas relaciones entre empresas y proveedores en el ambiente del *JIT* bajo la denominación de *comakership*<sup>5</sup> para el cual describe 4 etapas en las relaciones de abastecimiento:

---

<sup>5</sup> Para MERLI (1994) el *Comakership* es la práctica de un tipo de relación entre empresas, del tipo cliente-proveedor, que respetando la independencia de las partes, busca una actuación conjunta, con

#### 4.4.1 Relación de abastecimiento convencional

- La compra es hecha por el menor precio
- Relación de adversarios en contraposición de intereses
- Obtención de ventajas competitivas basadas en el poder de negociar.
- Evaluación de proveedores en cuanto a precio y confiabilidad.
- Control de calidad de los productos en la recepción.
- Control por inspección de recibimiento del 100% de lotes.
- Certificados formales
- Visión del papel del proveedor: Tiendas donde son comprados productos al menor precio posible.

#### 4.4.2 Enfoque de mejoría de la calidad

- La calidad es la prioridad.
- Establecimiento de las relaciones de largo plazo.
- Reducción en el número de proveedores.
- Clasificación de los proveedores basada en el costo y calidad.
- Adquisición de los sistemas y no simplemente de los componentes.
- Adquisición de algunos productos *Just-in-Time*.
- Visión del papel del proveedor: Creación de calidad en conjunto con los proveedores.

#### 4.4.3 Integración de las operaciones

- Control de los procesos de los proveedores y de los procesos globales.
- Selección de los proveedores basada en la capacidad de sus procesos.
- Algunas inversiones conjuntas en investigación y desarrollo.
- Planes de mejoría en conjunto con los proveedores.
- Aumento de los productos *Just-in-Time* y creación de abastecimiento sincronizado.
- Comercialización de la información proporcionada directamente a los proveedores.
- Algunos sistemas interconectados de calidad asegurada.
- Visión del papel del proveedor: el proceso de producción en los departamentos del proveedor.

---

base en la alianza y en la confianza mutua, desde el nivel operacional hasta el estratégico, con el objetivo de competir y garantizar la supervivencia conjuntamente, de acuerdo con la lógica de la cadena productiva.



#### 4.4.4 Integración estratégica

- Control conjunto del proceso productivo y del ciclo de negocios.
- Selección del proveedor basada en criterios globales (tecnológicos y estratégicos).
- Alianza de negocios con los proveedores más importantes.
- *Feedback* de información de mercado en tiempo real.
- Abastecimiento sincronizado con la producción.
- Interconexión de todos los sistemas de garantía de calidad.
- Visión del proveedor: Realizar negocios conjuntamente.

#### 4.5 La confianza no basta

Cuando analizamos las relaciones con los proveedores, en especial cuando se trata de implementar prácticas corporativas viables como la dependencia recíproca, coincidencia de metas y el conocimiento de la competencia observamos que la palabra confianza sale del contexto, las relaciones duraderas no prosperan por la confianza ciega. Sobre esto LASETER (2000) hace una analogía con el tema religioso: los líderes de la fe no pueden confiar ciegamente durante mucho tiempo en la revelación divina, en algún momento apelan a técnicas administrativas como mandamientos y doctrinas.

Esto equivale a crear y sostener relaciones con los proveedores a largo plazo en forma dinámica y con evolución continua.

#### 4.6 Definición de alianza

En la literatura puede encontrarse con definiciones bastante heterogéneas con respecto a las alianzas. No existe una definición universalmente aceptada, sin embargo, de acuerdo con las conveniencias de cada sector, de cada proceso constructivo, las relaciones de alianzas son configuradas en diferentes ámbitos y niveles variables de interdependencia. En la construcción, establecer una definición única para el término es todavía mayor, dado el poder diverso de negociación entre las empresas constructoras con sus proveedores. Debemos señalar que en el trabajo presentado, el término *alianza* es indiferente de otras definiciones encontradas en la literatura como consorcio, asociaciones, *partnering*<sup>6</sup>, etc.

---

<sup>6</sup> El *partnering* es el establecimiento de acuerdos a mediano y largo plazo entre dos empresas para suministrar materiales y servicios en el que ambos comparten riesgos y beneficios cuya relación se caracteriza por la confianza, intercambio de información, alineamiento en la cultura organizacional para conseguir objetivos comunes. (Advanced Management Research Centre, Cranfield School of Management)



Para tratar de tipificar las alianzas SANTOS (2005) opta por clasificarlas según tres principales configuraciones:

La primera de esas configuraciones es la más tradicional y coloca a la alianza como un compromiso contractual y de confianza que es asumido entre dos o más firmas para la ejecución de un determinado proyecto o, en algunos casos, de varios proyectos. Este tipo de visión está poco desarrollada en la construcción de edificios ya que, por lo general, los subcontratistas o proyectistas son contratados solo durante el desarrollo del proyecto brindando sus servicios a partir de ese momento, sin embargo, las relaciones con la constructora se centran en temas contractuales y de imagen de las empresas envueltas, con poco o ningún mecanismo de garantizar la cooperación entre los agentes en la concepción de las múltiples características del proyecto. Este tipo de visión de alianza es bastante limitada y no contempla mayores intercambios técnicos e interrelaciones de los procesos productivos y de gestión entre los participantes por lo que se torna de fácil ruptura.

La segunda configuración ve a la alianza como la formación precoz del equipo de desarrollo. Así, las alianzas son efectuadas desde el inicio (en la etapa de concepción y planeamiento del proyecto). Esto permite a los socios discutir anticipadamente las etapas cuando existen posibilidades de mejorar los costos y eliminar problemas potenciales que pudieran aparecer. Esta configuración incluye la interrelación de los procesos envueltos, pero solo para la ejecución de un determinado proyecto sin prever continuidad después de esto. Este tipo de alternativa se recomienda para obras de gran envergadura como infraestructura o montaje industrial que son realmente únicos y poseen el porte suficiente para demandar tal esfuerzo de coordinación entre empresas y procesos para un único desarrollo con el objeto de permitir la anticipación y resolución de los problemas, pero con restricciones a la mejora continua por ser de tipo temporal.

Finalmente, la configuración de alianza potencialmente de mayor impacto en los procesos y en la competitividad de las empresas, aunque más difícil en lo operacional, es la formación de alianzas duraderas que permitan la mejora continua a lo largo del tiempo, ampliando la cooperación entre los actores. Este tipo de alianza es definida por el Instituto de la Industria de la Construcción (CII, por sus siglas en inglés) de los EEUU como:

*“La alianza es un compromiso a largo plazo entre dos o más organizaciones con la finalidad de alcanzar objetivos empresariales específicos maximizando la efectividad de los recursos de cada participante. Esto requiere el cambio de la*

*relación tradicional hacia una cultura compartida sin tomar en cuenta límites organizacionales. La relación es basada en la confianza, dedicación para metas comunes y una comprensión de las expectativas individuales y valores del otro”.*

BARLOW *apud* MARTINS (2005) define a este tipo de alianza como la aproximación administrativa entre dos o más organizaciones usada para alcanzar objetivos empresariales específicos orientados hacia la maximización de la efectividad de recursos de cada participante. Esta aproximación está basada en objetivos mutuos, un método acordado de resolución de problemas y una demanda activa de mejoras continuas que permita reducir los retrabajos.

En el trabajo de SANTOS (2005) la alianza es definida como el coalignamiento de dos o más empresas en el que los socios esperan aprender y adquirir del otro, la tecnología, los productos, competencias y el conocimiento que no están disponibles a los otros competidores.

Para FABRICIO; MELHADO (1998) describen la alianza como un vínculo duradero basada en la competencia técnica y en el intercambio de informaciones, en el cual el precio del servicio de una actividad queda relativizado por el potencial de mejoría en el proceso de producción y en la calidad del producto que pueden ser conseguidos con proyectos mejores y más adecuados a las necesidades constructivas. Esta alianza está basada en el establecimiento de relaciones estables entre un contratista y un proveedor seleccionado. Para que las relaciones sean continuas y estables a lo largo de varias obras es necesario que beneficie a todos los implicados. Sin embargo este tipo de relación no elimina la necesidad de negociación periódica de contratos ya que la presunción de tener una relación estable con el contratista puede llevar al proveedor a un comportamiento oportunista.

Debido a las diferencias significativas en las definiciones sobre alianzas presentadas por diversos autores, a continuación se presenta los puntos de convergencia encontrados por PINHO (1998) en algunos aspectos y características:

1. Es un acuerdo, arreglo, asociación, coalición con objetivos específicos de dos o más empresas denominados aliados.
2. La base de la unión es la alianza comercial que permite a cada uno de los aliados crear y mantener ventaja competitiva a través del beneficio mutuo de

intercambio de tecnologías, productos, habilidades o cualquier otro tipo de recursos.

3. Las alianzas poseen cuatro atributos necesarios y suficientes:

- Dos o más empresas permanecen independientes después de la formación de la alianza.
- Los integrantes comparten el control sobre el desempeño de las tareas relacionadas a la alianza así también como los beneficios generados.
- Los integrantes contribuyen de forma continua para la alianza.
- Los integrantes generan una relación de dependencia mutua, es decir los proyectos son indivisibles.
- 

Diversos ejecutivos de las mayores corporaciones del mundo dan declaraciones sobre los beneficios de hacer alianzas con sus proveedores como estrategia competitiva:

*“Las alianzas tienen una gran participación en este juego (de competencia global)...Son críticas para la victoria en términos globales...La manera menos atractiva de tratar de vencer en términos globales es pensar que ustedes pueden abrazar al mundo solos”* (SANTOS, 2005, p.17).

Jack Welch, ex-Funcionario Ejecutivo Principal (CEO) y Presidente de Junta  
General Electric

*“Una empresa no es una isla. En un mundo interdependiente toda empresa debe pensar en trabajar con otras si quieren competir en el mercado global”* (SANTOS, 2005, p.17).

Akio Morita, Fundador y ex-Funcionario Ejecutivo Principal (CEO)  
Sony Corporation

HARBACK (1994) presenta algunos factores fundamentales a tomar en cuenta para la implantación de alianzas entre contratante y contratado:

- El **compromiso** por parte de la gerencia para la formación de alianzas incluye compartir riesgos que se puedan generar.
- La **igualdad** entre los participantes, desterrar la idea de ganador y perdedor en el contrato.

- La **confianza** es un pre-requisito para la formación de la alianza que posibilite una comunicación abierta, intercambio de informaciones, compartimiento de recursos entre las partes.
- **Objetivos comunes**, las partes deberán buscar en forma conjunta el cumplimiento del cronograma de obra, del presupuesto, sin disputas, la calidad del producto sin retrabajos, mejor ambiente de trabajo y satisfacción al cliente.
- La **implementación** deberá ser hecha por personal seleccionado dentro de la empresa.
- La **evaluación continua** es necesaria para mejorar la alianza, se da a través de retroalimentación “*feedback*”, esto nos permite hacer las correcciones necesarias de los problemas que puedan estar generándose, en esta etapa es importante el intercambio de informaciones.
- La **respuesta** a los problemas detectados deberá llegar a tiempo para no disminuir el ritmo de trabajo, para evitarlo es necesario delegar responsabilidades a los trabajadores.
- La **celebración** del día a día por los logros alcanzados por la alianza así como un buen ambiente de trabajo genera mayor calidad.

#### 4.6.1 Fases del desarrollo de una alianza

ISSATO (1996) presenta un proceso de 5 fases para el desarrollo de una alianza:

##### 4.6.1.1 Conocimiento mutuo

Es la identificación de interés de una empresa en hacer una alianza con otra empresa. En esta fase se producen solo reacciones unilaterales en el que los participantes adquieren una postura propicia para iniciar una alianza.

##### 4.6.1.2 Exploración

Fase en la que suceden las primeras interacciones bilaterales y los participantes definen sus obligaciones, beneficios, encargos. Se puede hacer compras experimentales con el fin de evaluar la alianza.

##### 4.6.1.3 Expansión

En esta fase los participantes se encuentran satisfechos con los parámetros establecidos y la alianza comienza a englobar mayores beneficios e interdependencia para los socios. La satisfacción mutua los lleva a un mayor nivel de riesgo en la relación cliente-proveedor sobre todo porque los beneficios obtenidos dificultan la sustitución del participante por otra.

#### 4.6.1.4 Compromiso

Se refiere a las garantías implícitas o explícitas de la continuidad de la alianza. Si se está en un ambiente de satisfacción, la alianza evitará el ingreso de nuevos proveedores que podrían brindar los mismos beneficios.

#### 4.6.1.5 Separación

Ocurre cuando los beneficios de la alianza son superados por la insatisfacción de los socios.

Asimismo, ISSATO (1996) presenta una tabla resumiendo los beneficios y riesgos que presenta la formación de alianzas:

	Beneficios	Riesgos
Comprador (constructora)	Reducción de costos de producción Aumento de la calidad Reducción de la complejidad de montaje y adquisición Garantía de suministro Relaciones cooperativas con los proveedores Previsibilidad de contratos Transparencia con respecto a informaciones de costo de los proveedores	Mayor dependencia del proveedor Envuelve un nuevo estilo de negociación Menor competencia entre los proveedores Demanda un mayor uso de herramientas gerenciales para administrar y desarrollar los proveedores Mayor apoyo al proveedor Pérdida de contacto directo con proveedores secundarios
Vendedor (proveedor)	Previsibilidad de los contratos Mano de obra y producción más estable Aumento de la eficacia de los esfuerzos de búsqueda y desarrollo Influencia en los procesos de decisión del comprador La empresa se vuelve el portal de entrada obligatorio para las nuevas tecnologías de los competidores Información relativa a la competencia	Transparencia de informaciones de costos Presión para asumir las cargas de todas las fases desde el proyecto hasta la garantía, en cuanto aumenta la calidad y disminuye los costos Menor autonomía Aumento de los costos de comunicación y coordinación Reducción de la movilidad del personal Inseguridad con respecto a la posibilidad de la desaparición de la asociación

**Tabla 4. 2** – Beneficios y riesgos de una alianza. Adaptado de ISATTO (1996).



#### 4.7 Elementos que constituyen en dificultades para la integración

Existen varios elementos que evitan un mayor acercamiento entre empresas constructoras y los proveedores, MARTINS (2004) presenta una serie de dificultades a este problema desde la perspectiva de la innovación tecnológica por parte de los proveedores. Sin embargo existen puntos que se pueden adaptar a nuestro caso, ALVES (1997) menciona también dificultades para la formación de alianzas. A continuación son presentados los principales elementos:

##### 4.7.1 Dificultades en el ámbito de las empresas constructoras

En las empresas constructoras los principales factores que dificultan la integración son:

- No cumplimiento en los plazos de entrega por parte de los proveedores.
- Falta de calidad en los productos.
- El principal criterio utilizado por las empresas constructoras es el menor precio para la contratación de los diferentes proveedores dejando de lado el concepto de costo total.
- La falta de interés del proveedor.
- La postura conservadora de una gran parte de las empresas constructoras reacias al cambio.
- Las empresas constructoras de mediano y pequeño porte en su mayoría son propiedad de empresarios individuales o familiares que no valorizan la contratación de profesionales calificados para ejercer funciones vitales.
- La organización para la producción y organización de las empresas constructoras no favorecen a la formación de alianzas con sus proveedores.
- Las empresas constructoras todavía encuentran dificultades en integrar a todos los participantes de la cadena de abastecimiento en la construcción de edificios como los inversionistas, proyectistas, subcontratistas, proveedores.
- Las relaciones establecidas hoy en día entre empresas constructoras y sus proveedores no estimula el desarrollo de alianzas entre los participantes.

##### 4.7.2 Dificultades en el ámbito de los proveedores

Los principales factores que dificultan la integración de los proveedores hacia las empresas constructoras son:



- La falta de visión sistémica de los proveedores con respecto al desarrollo de la industria de la construcción.
- La inviabilidad económica por desarrollar nuevos productos e incluir el servicio debido a la baja rentabilidad en función del menor precio que gobierna el criterio de selección de proveedores por parte de las empresas constructoras.
- La falta de compromiso de las empresas constructoras.
- Variabilidad de pedidos, aumento de costos y burocracia para atender al cliente.
- Variabilidad en los volúmenes de pedidos que alteran los ritmos de producción.
- Falta de competencia técnica de algunos tipos de proveedores que no ofrecen ningún tipo de garantía del producto.
- Por un lado la existencia de pequeñas oficinas en el caso de proyectistas, pequeños productores a nivel local en el caso de proveedores de materiales, subcontratistas de pequeño porte que tienen bajo poder de negociación.
- Por otro lado la existencia de oligopolios que centralizan el mercado en el caso de proveedores, la baja capacidad para atender a todos sus clientes en el caso de proveedores de materiales como concreto premezclado.
- Poca investigación en el tema de integración de los participantes de la cadena de abastecimiento en el sector construcción.
- La carga tributaria que implica pagar por la utilización de la mano de obra que, por lo general, es no calificada evita que los proveedores busquen incursionar en los servicios.

#### **4.8 Recomendaciones para la formación de alianzas con los proveedores**

Con el objetivo de contribuir la integración entre los participantes de la cadena de abastecimiento y mejorar el sistema de producción del sector, a continuación se presentan recomendaciones para la formación de tipos de alianzas que conviene para cada tipo de proveedor.

##### **4.8.1 Formación de alianzas entre empresas constructoras y proveedores de materiales**

JOVANINI (2007) hace una tipología sobre proveedores de materiales el cual es presentado a continuación:

Impacto sobre los resultados financieros	Alto	<b>Productos de apoyo (apalancamiento)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Pintura</li> <li>•Impermeabilizantes</li> <li>•Piedras naturales para acabados</li> <li>•Cerámicos y pisos</li> <li>•Puertas de madera</li> <li>•Tubos y conexiones en PVC para instalaciones</li> <li>•Generador</li> <li>•Ventanas</li> <li>•Vidrios</li> </ul>	<b>Productos estratégicos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Acero</li> <li>•Concreto</li> <li>•Acabados metálicos</li> <li>•Bloques cerámicos, de concreto</li> <li>•Ladrillos</li> <li>•Ascensores</li> <li>•Cables, alambres eléctricos y tubos de cobre</li> <li>•Materiales y componentes de acabados</li> <li>•Programas de computación</li> <li>•Metales</li> <li>•Losas</li> <li>•Acabados en puntos eléctricos</li> </ul>
	Bajo	<b>Productos no críticos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Cobertores y barandas</li> <li>•Alambres y clavos</li> <li>•Rotomartillo</li> <li>•Madera</li> <li>•Epoxicos</li> <li>•Otros</li> </ul>	<b>Productos cuello de botella</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Cemento, mortero listo</li> <li>•Cal hidratada</li> <li>•Adhesivos y aditivos</li> <li>•Arena</li> </ul>
		Bajo	Alto
		Riesgo de oferta	

Figura 4.3 – Matriz de Kraljic. Adaptado de JOVANINI (2007).

#### 4.8.1.1 Productos no críticos

No tienen mayor importancia en el resultado financiero tampoco su oferta es restringida. Debe existir una relación con proveedores que posean diversidad de productos para obtener una buena negociación. Se tiene la posibilidad de obtener ganancias pero no se debería gastar esfuerzos en ellos.

#### 4.8.1.2 Productos cuello de botella

No producen impacto en el presupuesto, pero una falla en el abastecimiento afecta la producción, la relación con los proveedores debe ser más rigurosa con respecto a la entrega ya que el número de proveedores es restringido.

#### 4.8.1.3 Productos de apoyo

(Abastecimiento en grandes cantidades) Son productos con mucha influencia en el presupuesto, sin embargo, existe un gran número de proveedores, existe disputas entre ellos por el precio, poder de abastecimiento, poder para negociar. Se recomienda tener más de un proveedor.

#### 4.8.1.4 Productos estratégicos

Aquellos productos que influyen directamente sobre el resultado final, son difíciles de sustituir, existe riesgo en la oferta, se recomienda formar alianzas estratégicas a

largo plazo. La gestión de abastecimiento debe ser cautelosa y la compra debe ser centralizada.

En la adquisición de materiales para la construcción de edificios se puede adoptar la matriz de Kraljic para definir aquellos proveedores en los cuales se centrará el mayor esfuerzo para formar alianzas. De los productos presentados, los más importantes son los estratégicos y los de apoyo, aunque estos últimos en menor grado. Las dificultades con proveedores como el acero y el concreto premezclado por las condiciones de monopolio y su número limitado vuelve difícil la negociación, por esa razón estos productos no despiertan mayor interés para un estudio más profundo sobre este tema.

Se sugiere formar alianzas a largo plazo con los otros productos estratégicos. Para este tipo de productos, la alianza que deberá formarse entre empresas constructoras y proveedores de materiales sigue las recomendaciones de MERLI (1994) *apud* ISATTO (1996):

- Establecimiento de relaciones estable y de largo plazo
- Limitar el número de proveedores activos
- No cambiar tan fácilmente de proveedor
- Hacer las compras de una forma más estratégica y reducir el número de cotizaciones.
- Evaluar al proveedor por el Costo Total Integrado y no solo por el menor precio.
- Colaborar con los proveedores para volver más confiables y menos costosos sus productos.
- Los proveedores de materiales colaborarán con las constructoras brindando asesoría técnica durante la etapa de ejecución del proyecto.
- Escoger y desarrollar la base de proveedores será un proceso continuo, no sólo se realiza para mejorar los negocios con los mejores proveedores y eliminar a los malos sino que también ayuda a desarrollar el potencial de los proveedores más débiles.

El proveedor de materiales no sólo debe entregar materiales sino buscar ofrecer soluciones constructivas como una manera de colaborar con el constructor durante la ejecución del proyecto resolviendo problemas técnicos o dificultades industriales (MARTINS, 2004). Uno de los papeles fundamentales desempeñados por las empresas constructoras será la implantación y adaptación de los nuevos materiales

e insumos a los subsistemas del edificio. Se recomienda trabajar en este punto con los productos de apoyo y productos estratégicos de acuerdo a la matriz de Kraljic (Figura 4.3).

#### 4.8.2 Formación de alianzas entre empresas constructoras y proveedores de proyectos y servicios especializados

La alianza propuesta por MELHADO; FABRICIO (1998) entre proveedores de proyectos y empresas constructoras es crear una relación duradera basada en la competencia técnica y en el intercambio de informaciones, en el cual el precio de servicio del proyecto queda relativizado por el potencial de mejoría en el proceso de producción y en la calidad del producto, que pueden ser conseguidos con mejores proyectos que se adecuen más a las necesidades constructivas.

Con esta definición se entiende que los proyectistas no sólo deberían limitarse a vender el servicio de proyecto que incluye las especialidades del proyecto (Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Eléctricas, Instalaciones Sanitarias, Instalaciones de gas, etc.) sino también a participar en las necesidades del sistema productivo y ayudar a alcanzar las metas de la empresa a través de mejoras en la calidad del trabajo, que nos permita obtener una mayor *constructabilidad* del proyecto con el objetivo de reducir la variabilidad la que se manifiesta en las incompatibilidades entre los planos de las especialidades.

Uno de los objetivos de formar alianzas entre proyectistas y empresas constructoras es conseguir mayor integración de los proyectos con las obras y con las necesidades de los clientes. Para esto, los autores sugieren la creación de una *Ingeniería simultánea*, la definición de este término es presentado por FABRICIO; MELHADO; SILVA (1999) “como la nueva estrategia para el desarrollo de productos basada en el desarrollo integral y paralelo de todos los aspectos desarrollados a lo largo del proceso de producción y utilización del producto edificio ya desde la concepción del proyecto tomando en cuenta las interrelaciones entre características del producto por producción y por utilización, lo que conlleva a la participación de los proveedores desde el proyecto”. Es por eso que se hace necesario contar con la elaboración de las actividades del proyecto y del proceso en paralelo, de forma integrada, que se caracterice por el constante cambio de información entre proyectistas durante el proceso de elaboración que le permita una mejor coordinación de proyectos en tiempo real antes de que se tomen decisiones que irremediablemente no podamos enmendar.

Para poder conducir este proceso de una manera más eficiente se sugiere trabajar con pequeños grupos de personas dentro de la organización, menos burocracia implica una mayor agilidad en el intercambio de informaciones que le den mayor confiabilidad y calidad. Las tecnologías de información cumplen una tarea fundamental ya que permite intercambiar informaciones de otros proyectos en tiempo real, esto facilita un mayor acercamiento entre los participantes: proyectistas y personal de la constructora.

Las características que debe priorizar la selección de los proveedores de proyectos y servicios especializados es la calidad de los servicios prestados por estos, la disponibilidad para resolver problemas a largo plazo y poder trabajar en grupo con los representantes de las constructoras.

La definición del servicio de proyecto debe abarcar una definición global del desarrollo completo de las características del producto edificio y no limitarse a características geométricas de los planos de la obra a ser construido. El proyecto deberá abarcar además del producto el proceso de producción.

Es necesario aprovechar las buenas prácticas de este tipo de alianza, por eso es importante establecer canales de retroalimentación entre las empresas constructoras y proyectistas a fin de enviar y compartir los resultados alcanzados por la adopción de determinadas soluciones en proyectos anteriores y que nos sirvan en adelante como fuente de información para futuros proyectos.

Las ventajas potenciales que se obtienen al formar alianzas entre estos actores son presentadas por FABRICIO; MELHADO (1998):

- Para los proyectistas, perspectiva en la realización de nuevos proyectos con la empresa constructora bajo condiciones relativamente favorables en el precio del proyecto en la medida que estos sean de mejor calidad frente a las necesidades del cliente.
- Para las empresas constructoras, la posibilidad de contar con proyectos mas afines a las características de su sistema de producción lo que implica mayores beneficios en términos de productividad y calidad en el proceso, esto repercute con un mejor posicionamiento de la empresa en el mercado al aumentar su competitividad.



#### **4.8.3 Formación de alianzas entre empresas constructoras y proveedores de equipos y herramientas**

La formación de alianzas con los proveedores de equipos y herramientas deberá promover el diálogo con las empresas constructoras, el proveedor deberá ofrecer capacidad de desarrollo tecnológico con el objetivo de dar herramientas a los constructores para facilitar su labor de la mejor forma posible, en este campo, existe mucho potencial por mejorar ya que las herramientas que se vienen utilizando en el subsector edificaciones es muy limitado esto debido a que la innovación tecnológica de este proveedor depende de los productos que elabore el fabricante, una solución para mejorar esta situación es la búsqueda conjunta de ambos agentes para estudiar los tiempos y movimientos de trabajo elaborados por Frederick Taylor para crear e implementar herramientas que sirvan de soporte a las nuevas formas de ejecución que permita reducir los tiempos muertos y racionalizar la producción. Por otro lado, una característica para formar proveedores aliados será que cuenten con capacidad de entrega en plazo y calidad de equipos y herramientas para evitar retrasos en la obra, además es importante que las estrategias del proveedor sean coherentes con las de la empresa constructora.

#### **4.8.4 Formación de alianzas entre empresas constructoras y subcontratistas**

Existen muchas barreras para la formación de alianzas en la subcontratación debido al papel tradicional desempeñado por cada participante, BRANDLI (1998) señala que el proceso de subcontratación en construcción tendrá éxito cuando contratante y subcontratista formen verdaderas alianzas. Para iniciar una alianza es necesario que se empiece por:

- Seleccionar de manera adecuada a los subcontratistas, AZEVEDO (2003) establece algunos criterios:
  - Observar el currículum profesional del subcontratista
  - De acuerdo al tipo de servicio del subcontratista, buscar aquellas de pequeño porte ya que acostumbran a tener menos rotatividad de mano de obra y a mantener un cuadro entrenado con mayor facilidad.
  - Dar preferencia a empresas especializadas y con cuerpo técnico de experiencia.
  - Analizar las situaciones fiscales y contables del subcontratista.
  - Establecer contratos que describan las obligaciones del subcontratista, sobre todo forma de trabajo establecido por la constructora tales



solicitudes permitirán atraer empresas dentro del perfil de la constructora.

- Desarrollar metas y objetivos comunes
- Buscar alianzas con subcontratistas que encajen en la filosofía y esquema de trabajo de la empresa constructora.
- Determinar medidas de desempeño
- Crear compromiso en los trabajadores
- Brindar educación en relación a la alianza

El mejor camino para establecer una alianza es tratar de establecer relaciones duraderas, promover la seguridad y diálogo franco de los participantes durante la negociación y ejecución del contrato.

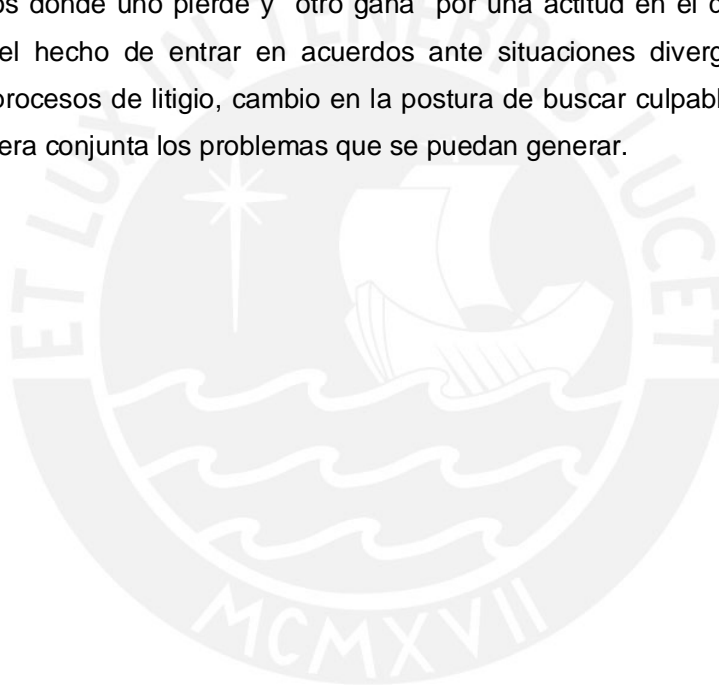
Sobre la relación que debe existir entre las empresas constructoras y los subcontratistas SCARDOELLI (1994) afirma que será de carácter de alianza lo que implica en contratos duraderos, funciones y responsabilidades claramente definidas respetando el papel de los que intervienen por cada parte, apoyo de la empresa constructora al desenvolvimiento y calificación de sus subcontratistas. La alianza será un compromiso entre contratante y contratado, esta relación deberá ser integrada a las labores del día a día en el trabajo.

A continuación se presenta 5 obstáculos para la formación de alianzas entre empresas constructoras y los subcontratistas realizada por HARBACK (1994):

- Expectativas no alcanzadas: Es necesario que desde un principio las expectativas de ambas partes sea conocida por todos.
- Negocios no terminados, las empresas que en el pasado hayan dejado trabajos inconclusos difícilmente serán considerados aliados para futuros proyectos.
- Resistencia individual al comportamiento cooperativo y a los esfuerzos por alcanzar objetivos comunes.
- Solución patrón, no existe una solución general para resolver los contratos en la construcción civil.
- Alianza interna por externa, si el concepto de alianza no está bien definido al interior de la empresa difícilmente se dará entre empresas.

Una gran dificultad es encontrar en el medio, subcontratistas con los que se pueda formar alianzas debido a que su estructura organizacional y padrón de calidad no está bien definida para los servicios que prestan (BARROS, 2001). Es importante que la gerencia identifique el tipo de barreras antes de iniciar el proceso de alianza, para que se pueda buscar una solución antes que los problemas ocurran (mecanismo proactivo).

La adopción de alianzas en las actividades subcontratadas traerá cambios fundamentales para conducir un proyecto. BARROS (2001) señala entre los logros alcanzados el cambio de comportamiento de adversario entre subcontratistas y constructor hacia una postura de trabajo en equipo, el cambio cultural en los contratos donde uno pierde y otro gana por una actitud en el que todos pueden ganar, el hecho de entrar en acuerdos ante situaciones divergentes antes que seguir procesos de litigio, cambio en la postura de buscar culpables hacia resolver de manera conjunta los problemas que se puedan generar.



## CAPITULO 5 - ESTUDIO DE CASOS

Al inicio del capítulo se presenta la metodología utilizada, luego se presenta el estudio de tres empresas proveedoras que a través de un cambio en la concepción de venta del producto han introducido mejoras tecnológicas a su producto para ayudar a optimizar procesos al constructor y de esta manera agregar valor al producto, en términos de desempeño, calidad y costo del edificio. Las empresas proveedoras escogida para el desarrollo de la investigación fueron: Krone-tec, CML La Casa y Prodac.

### 5.1 Planeamiento y desarrollo del estudio de casos

El planeamiento y desarrollo del estudio de casos pasó por las siguientes fases:

Fase1:

- Elaboración del cuestionario

Fase 2:

- Interpretación de los datos generados del cuestionario
- Consulta acerca del producto en trabajos de investigación de la Universidad Católica.
- Entrevista con el representante de la empresa proveedora.
- Visitas a obras en las que se utilizan las soluciones ofrecidas por el proveedor
- Consultas a ingenieros de las obras
- Recolección de información de manuales de procedimientos constructivos del proveedor (opcional).

Fase 3

- Análisis de la información recolectada
- Directrices y conclusiones

## 5.2 Metodología utilizada en el estudio de casos

El objetivo del análisis del estudio de casos no busca hacer un levantamiento estadístico de un gran número de proveedores, sino busca identificar los aspectos más importantes con respecto a las estrategias que utilizan en empresas constructoras con la introducción de nuevas soluciones constructivas y el tipo de relación que mantienen entre ellas. Este tipo de investigación se conoce como investigación cualitativa (TENORIO, 2003). FRAENKEL y WALLEN (1996) presentan algunas características esenciales que una investigación cualitativa debe poseer:

- El ambiente natural de trabajo en el que se da el problema o asunto y la labor del investigador es el instrumento clave en el análisis de datos.
- La recolección de información es en su mayoría verbal antes que cuantitativa.
- Se usa el enfoque inductivo en el análisis de datos.
- Debe ser relatada de manera descriptiva.
- Se interesa saber cómo piensan los individuos en una investigación y que significado poseen sus perspectivas en el asunto que se investiga.

El método del estudio del caso puede considerarse como una estrategia para hacer una investigación cualitativa y se utiliza cuando el investigador tiene poco control sobre los eventos ocurridos en algún contexto de la vida real los cuales no se pueden influenciar o también cuando existe un objetivo de exploración para descubrir nuevas problemáticas o entender un fenómeno (TENORIO, 2003). De esa manera, nuestro trabajo toma la investigación cualitativa de carácter exploratorio, para llegar a la conclusión de que a través del uso del método de estudio de casos, las directrices y conclusiones serían alcanzadas.

Para hacer las investigaciones en campo fue necesario limitar el número de proveedores existente en el mercado actual, se definió que serían proveedores de materiales ya que a la fecha son los que han introducido mayores innovaciones tecnológicas a comparación de otros proveedores como los proyectistas (AMORIM, 1996) cuyo grado de innovación se ha mantenido casi estático y prácticamente la inexistencia por parte de proveedores de equipos y herramientas; y subcontractistas a ofrecer soluciones que ayuden a mejorar procesos. Para corroborar los resultados, era necesario consultar a algunas empresas constructoras en las que se estaba utilizando el producto para hacer observaciones de los sistemas

constructivos empleados y analizar la perspectiva de los ingenieros de obra con respecto a los productos del proveedor. El estudio fue realizado en la ciudad de Lima donde se encuentran operando las plantas de los proveedores y las obras de las empresas constructoras. El año en el que se hizo la investigación fue el 2009 el contexto fue visto en el capítulo 2.

Un criterio para determinar las empresas proveedoras a ser estudiadas fue su disposición para contribuir al desarrollo de la investigación, se contactó con los gerentes responsables del área comercial de los productos, ingenieros de obra, maestros, subcontratistas a quienes se les visitó para hacerles las consultas del caso. En total fueron visitadas 3 empresas proveedoras de materiales y 3 empresas constructoras. Para recoger los datos fue necesario hacer entrevistas, hacer observaciones en las obras donde se estaban utilizando los productos o servicios del proveedor. En el caso de las entrevistas realizadas se adoptó un modelo preestablecido de cuestionario hechas a partir de la necesidad de esclarecer puntos importantes con respecto a los procesos de las nuevas soluciones constructivas.

### 5.3 CASO A: KRONE-TEC

Krone-tec es una empresa que se dedica por un lado a la construcción y por otro lado a la prefabricación de elementos de concreto armado, la investigación tiene como propósito analizar a la empresa solo como proveedor, el otro rubro, construcción no se analiza por no ser tema de este trabajo. En lo que es prefabricados, Krone-tec, actualmente, desarrolla básicamente el producto llamado prelosa, es una placa de concreto armado que se emplea para construir entresijos de losa maciza o losa aligerada, los cuales son fabricados en su planta de Chorrillos. Una de las características del proveedor es desarrollar productos *ad hoc*, específicos para determinados proyectos, no posee una diversidad de productos de línea, ya que en el Perú, el uso por parte de las empresas constructoras es muy limitado, lo que determina como un negocio estacional. A continuación se presenta la investigación:

#### 5.3.1 Problemática

En el desarrollo de Krone-tec han surgido varios productos para soluciones constructivas requeridas en determinado momento para diversas aplicaciones, entre ellos se puede mencionar la tubería prefabricada utilizada para el Proyecto Cementos Lima-Conchán, prefabricados para barreras laterales de puentes,

escaleras prefabricadas, entre otros. El proveedor desarrolla productos no estandarizados, específicos para cada proyecto, tal es el caso de la prelosa, producto que se adapta a cada edificio, piso y paño que posee una geometría diferente. La concepción del producto es resultado de la experiencia de los fundadores de Krone-tec, conocimientos y productos observados en ferias internacionales en países como Alemania y Suecia que han permitido definir los prefabricados. El estudio realizado se ha basado exclusivamente en las losas prefabricadas del proveedor, para analizar el procedimiento constructivo que utilizó JJC Contratistas Generales en el edificio Cronos de Chacarilla.

En el caso de las prelosas, debido al peso que generan, la colocación manual es una tarea inviable, esto genera una limitación con respecto a las empresas constructoras, sólo aquellas que trabajan con grúas están en la capacidad de utilizar el sistema.

Las especificaciones técnicas de las prelosas están en las normas ITINTEC 334.007 y 334.009, en otros países como México y Brasil están bastante normalizado, estudiado y utilizado, la fuente principalmente de la prelosa es experiencia alemana complementada con visitas a obras, a plantas de empresas proveedoras de insumos que les ha permitido ampliar información sobre estos productos.

### 5.3.2 Concepción del nuevo producto

Los componentes principales de las prelosas usados por Krone-tec son proporcionados por la empresa constructora: el concreto premezclado y el acero de refuerzo, para este último se emplea acero habilitado o malla electrosoldada dependiendo del tipo de proyecto y las especificaciones técnicas. Se trabaja con los materiales del constructor como una manera de proteger al proveedor, esto surge en la década del 90, período en el que las empresas constructoras presentaban poca liquidez, esa práctica del proveedor se ha mantenido hasta la fecha. De esa manera, los costos que presenta no incluyen el precio del concreto ni del acero, si se incluye los moldes de encofrado, los consumibles utilizados en planta y la mano de obra.

El servicio que ofrece Krone-tec no sólo es la prefabricación de las prelosas sino también el desarrollo de la ingeniería que implica el diseño hecho por sus ingenieros estructurales y el soporte técnico en obra. El diseño de la prelosa



requiere de su capacidad de carga y de la capacidad e información de la grúa, en base a esto, Krone-tec entrega a la empresa constructora los planos de diseño adaptada a la estructura del proyecto, existen modificaciones que se proponen por parte de la oficina técnica de la obra las cuales son avaladas por el ingeniero estructural para hacer el diseño final, en base a esos planos se hace la modulación de las prelosas y se procede a fabricarlas. Con tiempo anticipado, Krone-tec hace entrega en obra de las unidades de las prelosas, en lotes pequeños y sólo la cantidad requerida para un determinado sector de la obra, esto permite ahorrar espacio en obra.

### 5.3.3 Método del proyecto

El proveedor desarrolló el proyecto antes de lanzarlo al mercado con el objetivo de aumentar la productividad de las actividades de encofrado de losa para reducir el tiempo de construcción de una planta del edificio, el beneficio permite obtener entresijos vaciados en menor tiempo y poder avanzar más rápido con las actividades que implica los elementos verticales y las vigas. Al aumentar la producción, los costos se reducen y resulta ser beneficioso para la empresa constructora. La potencialidad del producto causa interés en otras constructoras por los beneficios que se logran, de esta manera el proveedor consigue aumentar su rentabilidad.

Las dimensiones de las prelosas son elementos de concreto armado variables, de ancho de sección 2,5m, el largo del elemento depende del largo de las luces del paño para el que son diseñados, esto varía de un edificio a otro y de una paño a otro. A continuación se presenta la prelosa:

	Prefabricado para losa maciza
Espesuras nominales de la prelosa	
Ancho (m)	2,5
Espesor (cm)	5
Largo (m)	VARIABLE
Peso (kg/m) A=2.5m	300
Piezas por m	0,4

**Tabla 5. 1** – Dimensiones del prefabricado de concreto armado para losa maciza.

El concreto utilizado es de 280kg/cm<sup>2</sup> como mínimo y el acero de refuerzo de  $f_y=4200\text{kg/cm}^2$  o malla electrosoldada. El Anexo B presenta las referencias de las características técnicas del elemento. La prelosa tiene un espesor de 5cm, en su interior presenta acero longitudinal de refuerzo en los dos sentidos para atenuar los momentos positivos que generan las cargas sobre ellas. En los extremos, cuenta con mechas para el anclaje con las vigas chatas o peraltadas. La prelosa está formada por viguetas tralichos, espaciadas cada 62,5cm (+/-10mm) las cuales están embebidas en el concreto, esto permite que la prelosa pueda ser izada por la grúa sin causar resquebrajamiento del elemento.

Las herramientas necesarias para encofrar las prelosas son los puntales y las soleras los cuales son debidamente nivelados, no se requiere paneles para el encofrado del fondo de losa, ya que el elemento es colocado directamente sobre las soleras. Debido al peso de las prelosas, el empleo de la grúa es un requisito obligatorio. A la fecha, el proveedor no posee un manual de instalación, sin embargo, la instalación de las prelosas no requiere mayores complicaciones.

#### 5.3.4 Producción de componentes

Como se mencionó, Krone-tec desarrolla productos prefabricados específicos utilizado para proyectos particulares, entre ellos destaca las viguetas prefabricadas, las prelosas ligeras y las prelosas (usadas en lugar de losas macizas). Sin embargo, la investigación se ha limitado a estudiar las prelosas, elementos utilizados en la construcción del edificio Cronos de Chacarilla.

En el año 1995 se forma Krone-tec con el objeto de comercializar prefabricados de tabiquería liviana desarrollados por un arquitecto peruano, de material volcánico liviano para ser usados como tabiques. Gracias al aporte de un ingeniero de nacionalidad alemana se pudo complementar los estudios sobre prefabricados de losas. Uno de los primeros productos que se lanzaron al mercado como resultado de esta complementación fueron las viguetas prefabricadas, hechos en un inicio de forma artesanal conformadas por: el tralicho, la sección rectangular de concreto y el ladrillo tipo bovedilla, hoy bastante difundido en el mercado. Como derivado de este producto, se elaboró la prelosa, hoy el producto principal del proveedor.

La evolución de los prefabricados se ha dado de acuerdo a la capacidad de asimilación del sector construcción: la disponibilidad de herramientas y equipos como las grúas, el entendimiento de las ventajas del prefabricado, considerar el

*costo total integrado* (Ver Ítem 3.1.3.) y no sólo el costo directo, ha permitido considerarlos como una buena opción frente a los sistemas convencionales.

Actualmente, las prelosas son fabricadas en la Planta de Krone-tec en Chorrillos, de donde se envían a las obras.



**Figura 5. 1** – Planta de Krone-tec en Chorrillos donde se elaboran las prelosas.

### 5.3.5 Procedimiento constructivo

La instalación se inicia en base a los planos de las prelosas alcanzados por el proveedor para encofrar determinados sectores del edificio. Para este estudio hemos elegido el proyecto Cronos una obra de la empresa constructora JJC Contratistas Generales, a continuación se describen las características:

Proyecto Centro Empresarial Cronos, Edificio de oficinas localizado en el distrito de Surco en la ciudad de Lima consta de 11 pisos y 4 sótanos, cada piso es un *flat* para oficina, el tipo de estructura es aporticado y consta de aproximadamente 50,000 m<sup>2</sup> de área construida.

Aquí presentamos, el procedimiento constructivo para las prelosas:

**Apuntalamiento de losa:** Se procede a instalar el encofrado metálico en los paños indicados según los planos del proveedor, luego se colocan en forma paralela las soleras espaciadas cada 1,6m ó 1,7m y se verifica la nivelación.



**Figura 5. 2** – Fotos que ilustran el apuntalamiento de la losa.



### Traslado de la prelosa:

Las prelosas al ser elementos delgados de 5cm de espesor con dimensiones de 2,50m x 6m ó 2,50m x 11m se convierten en piezas frágiles al manipularlas, a lo largo de los Tralichos se colocan los ganchos de la grúa, estos vienen unidos a una viga metálica longitudinal que permite distribuir el peso de la losa a lo largo del elemento para reducir el riesgo a quebrarse. Se procede a cargarlos y trasladarlos a las zonas indicadas.



**Figura 5.3** – Fotos que ilustran el traslado de la prelosa con el uso de la grúa.

### Colocación de la prelosa

Ubicado el paño donde se va a colocar, se posiciona la prelosa, la cuadrilla facilita la colocación de la prelosa y se quita los ganchos de los tralichos.



**Figura 5.4** – Fotos que ilustran el desmontaje de la prelosa.

### Habilitación del acero e instalaciones

Colocadas las prelosas, al día siguiente, se procede a habilitar el acero negativo, las instalaciones eléctricas, sanitarias y gas.



**Figura 5.5** – Fotos que ilustran la colocación del acero de refuerzo.

### Vaciado de la losa

Al día siguiente de las habilitaciones, se procede al vaciado de la losa.



**Figura 5.6** – Fotos que ilustran el vaciado de la losa.

Luego de desencofrar, se cura el concreto con agua o similar por tres días como mínimo para evitar la pérdida de humedad necesaria para un fraguado adecuado.

No se utilizan herramientas adicionales, uno de los requisitos para que el prefabricado tenga éxito es evitarle cualquier retrabajo o modificación, los elementos deben considerar los pases de instalaciones eléctricas, sanitarias y gas. Esto permite que las prelosas lleguen a la obra con las dimensiones y zonas precisas; y evitar en lo mínimo cortarlas.

### 5.3.6 Método de gestión

El método de gestión no se planteó antes de salir al mercado sino que se fue desarrollando a lo largo de los proyectos ejecutados, pero sí se fue aprendiendo de los problemas que se fueron presentando, en la parte de consolidación de la tecnología y *feedback* se toca más a fondo este tema.

Como parte de las lecciones aprendidas fue que el planeamiento y la programación son fundamentales, en el caso particular del edificio Cronos se utilizaron los trenes de trabajo, en el que todas las actividades eran críticas, un retraso en la actividad del encofrado de losas hacía caer a todas actividades. Los responsables de la programación son los ingenieros de la obra quienes de acuerdo a su sectorización piden a Krone-tec la cantidad de prelosas necesarias con dos semanas de anticipación, el tiempo mínimo requerido por el proveedor es como máximo una semana si se puede hacer con mayor anticipación mucho mejor.

Definida la cantidad de elementos, Krone-tec establece los volúmenes de acero y concreto por cada ítem, realiza el diseño estructural de las prelosas y procede a fabricarlos en el momento requerido por la obra, el proveedor entrega al cliente los planos de diseño de las losas (Ver Anexo C). Se requiere una coordinación muy estrecha entre Krone-tec y los ingenieros de obra para transportar y entregar las

prelosas. Cualquier cambio dimensional en la obra tiene que ser reportado por la empresa constructora para evitar pérdidas de material.

Krone-tec traslada el material el cual es descargado al lado de la grúa y en el orden requerido por los ingenieros. En ese sentido, las entregas son *Just-in-Time* en el momento requerido en el día y la hora, cada elemento viene señalado y codificado que le da mayor versatilidad para su reconocimiento y manipulación. Con respecto a la coordinación necesaria para lograr una entrega *Just-in-Time*, los sistemas de información todavía no están desarrollados completamente en las empresas constructoras.

Los trabajos de instalación de las prelosas son supervisados por Krone-tec de forma regular, se visita la obra durante toda la construcción mientras se utiliza el producto, en mayor grado al inicio de obra, sobretodo para formar adecuadamente a la cuadrilla de trabajo. Por lo general, la cuadrilla está conformada por 4 trabajadores quienes son capacitados por una semana en programas de *Rigger*<sup>7</sup>. Esto permite tener al personal preparado para las tareas de coordinación, manipulación e instalación de las prelosas en obra y mejora la curva de aprendizaje. Krone-tec algunas veces proporciona mano de obra pero solo al inicio, debido a que la manipulación del producto es bastante sencilla, en adelante son los trabajadores de la obra los mismo que se encargan de instalarla, sin embargo, el proveedor hace el seguimiento del proceso.

### 5.3.7 Evaluación experimental

Las losas prefabricadas han sido bastante estudiadas en otros países, en el caso del Perú, Krone-tec con el objetivo de evaluar el desempeño de la prelosa ha hecho estudios a nivel de laboratorio y a nivel teórico. El comportamiento de las prelosas ha sido modelado por elementos finitos, se han hecho pruebas de carga controlada en edificios reales con la Pontificia Universidad Católica del Perú y la Universidad Nacional de Ingeniería para analizar las deflexiones y diferentes pautas de comportamiento de la losa.

---

<sup>7</sup> Personal especializado que guía y señala las operaciones de elevación y manipulación de objetos pesados que carga la grúa para garantizar la seguridad de las personas y para evitar daños.



Las pruebas de resistencia al fuego en el caso de la prelosa aligerada han sido ensayadas en la Pontificia Universidad Católica de Chile según normas de Sistemas Contra Incendio y ha sido calificado como apto.

### 5.3.8 Construcción de prototipos

Los elementos prefabricados de Krone-tec se ofrecieron por primera vez a dos empresas constructoras diferentes, anteriormente a los proyectos donde se usaron los productos se había estado trabajando de forma tradicional. Krone-tec lanzó al mercado las viguetas prefabricadas en el año 1995, a esto siguió el lanzamiento de las prelosas en el año 1997.

Krone-tec no construyó prototipos del producto ni trabajó en convenio con empresas constructoras para probarlo antes de salir al mercado, esta etapa no fue desarrollada. La primera obra donde se usaron las prelosas fue en el Edificio 398 construido por Cosapi, ubicado en Barranco, edificio residencial de 7 pisos y 2 sótanos, la construcción estaba siendo dirigido por el ingeniero José de la Torre Ugarte, a quien se le mostró el proyecto de la prelosa dando su asentimiento para el uso del producto, su empleo se hizo factible gracias a la disposición de la grúa para montaje.



Fuente: Cosapi S.A.

**Figura 5. 7** – Edificio 398 construido por Cosapi en el que las prelosas de Krone-tec se usaron por primera vez.

### 5.3.9 Consolidación de la tecnología y *feedback*

Esta etapa es importante ya que evalúa los problemas potenciales que se originan al utilizar las prelosas, esto se notó en los primeros pisos de la construcción del edificio. Uno de los problemas reportados a la fecha han sido las microfisuras que se originan después del vaciado que puede ser controlado con un apuntalamiento adecuado. Al principio se presentaron problemas en las entregas de las prelosas, la

falta de sincronización generaba un desorden en la descarga de los elementos que llevaba a tener que volver a ordenarlos, lo que se traduciría en un costo innecesario de traslado. El *feedback* permitió corregir esta deficiencia gracias a la coordinación permanente entre proveedor y constructor.

Todo el aprendizaje que se genera durante la construcción como resultado de usar los prefabricados no siempre es documentado por las empresas constructoras ni transmitidos a otros grupos de la misma empresa. La utilización de los sistemas de aprendizaje todavía no es una práctica frecuente en el Perú, es necesario empezar a ponerlo en práctica.

### 5.3.10 Comercialización

El uso de la grúa es una condición necesaria para la colocación de las prelosas, eso reduce la cartera de clientes con los que se puede trabajar ya que son pocas empresas que trabajan con estos equipos. En un inicio, los clientes se reducían a empresas constructoras grandes conocidas: Graña y Montero, Cosapi, Gremco. En la actualidad, existen empresas constructoras que alquilan grúas, esto ha permitido ampliar clientes.

La estrategia principal de Krone-tec ha sido el uso del marketing personal, enfocado a pocas empresas constructoras e ingreso en una etapa avanzada del proyecto. El marketing personal ha permitido llegar directamente al cliente y también estar al tanto de sus proyectos ya que el mercado potencial era reducido, esto permitió tener acceso a la gente que trabajaba en esas empresas, a las cuales se les presentó las ventajas potenciales del producto, quienes conocían también su utilidad por haber trabajado en el extranjero donde el uso de los prefabricados es una práctica habitual.

Hasta hace dos años, otra estrategia de Krone-tec era ingresar al proyecto en una fase previa a la construcción, pero posterior al desarrollo de la ingeniería, en el que se adecuaba el proyecto al uso de los prefabricados; esto se daba por la preferencia a desarrollar proyectos convencionales por parte de los ingenieros estructurales dejando que el cambio al sistema prefabricado sea más bien decidido a nivel de obra. Recientemente, Krone-tec ha empezado a desarrollar el diseño de las prelosas desde la concepción del proyecto.

Además del marketing personalizado, Krone-tec utiliza como instrumentos de apoyo la publicidad en revistas: Costos, Constructivo y Arquinca. Aunque estas dos últimas en menor grado, se ha asistido también a ferias como Construtecnia, sin embargo, es una práctica que se venía haciendo anteriormente, en la actualidad, se ha reducido.

### Ventajas del producto

- Reducción de desperdicios: Disminuye la cantidad de encofrado de losas, se reduce las mermas de concreto que caen sobre el entepiso inmediatamente inferior a la losa vaciada.
- Aumento de la productividad: La colocación de las prelosas ha permitido vaciar plantas hasta 1800m<sup>2</sup>/semana. Un valor que difícilmente puede ser alcanzado por otro sistema alternativo.
- Reducción de la mano de obra: la cantidad de trabajadores que se necesitan para instalar las prelosas es una cuadrilla de 4 personas.
- Reducción de espacios de almacenamiento: El proveedor hace entregas *Just-In-Time*, que evita un congestionamiento de materiales en los espacios reducidos de la obra.
- Las entregas *Just-in-time* se colocan con una sincronización adecuada para evitar estar ordenándolo en la obra.
- Mejora la transitabilidad de la obra: la reducción de encofrado de losas, reducción de stocks de materiales, reducción de mano de obra permite aumentar la transitabilidad.

### 5.4 CASO B: CML LA CASA

CML LA CASA es una empresa proveedora que tiene más de 50 años trabajando en el sector construcción, las unidades que produce son sílico calcáreas cuya materia prima está conformada por arena y cal, utiliza tecnología alemana e introdujo la albañilería armada en el Perú hace más de 30 años, básicamente albañilería armada asentada, inicialmente fue el MECANO con la albañilería armada apilada, luego ha evolucionado hacia las placas P-10 y P-14 para muros portantes, bloques más grandes y de mayor tamaño que permiten tener mayor productividad. En lo que respecta a los muros divisorios o tabiquería se ha introducido la línea de placas P-7, P-10, sobre este último se ha centrado el análisis, a continuación se desarrolla la investigación:

### 5.4.1 Problemática

El mayor mercado de CML La Casa es el subsector edificaciones. En un inicio, se vendían los bloques mecano, posteriormente las placas P-7 para tabiquería, en su búsqueda por identificar las necesidades del cliente y bajo la política de innovación constante, se ha progresado hasta brindar un servicio más completo que incluye el empaste de los muros. Con el objetivo de mejorar los procesos, el proveedor plantea no solo vender el nuevo producto sino también su instalación ya que los procedimientos constructivos al ser no tradicionales requiere de un grado de especialización por parte de los instaladores. Esto lleva a la optimización de los procesos que lo vuelve más competitivo.

El constructor busca optimizar tiempos, reducir desperdicios, elevar la productividad, que le permita ahorrar costos en forma directa e indirecta. Así, CML La Casa apoya al constructor por ese lado al plantear una solución constructiva alternativa e incluye el empaste de muros en lugar del tarrajeo ya que esta actividad es muy costosa, requiere mucha mano de obra, demora al tener que esperar a que el tarrajeo seque, agrega peso inútilmente al edificio, requiere mayor acarreo de materiales, además de generar mucho desperdicio al tener que picar los muros para colocar las instalaciones y luego hacer los resanes, en cambio, el empaste de los muros es más rápido, más limpio, más seco y agrega menos peso a la estructura.

Las placas P-7 y P-10 han evolucionado en tamaños, actualmente se ha estandarizado la solución constructiva que permite entrelazar muros de espesores con placas P-7 y P-10 para formar encuentro en T o en L.

Al comienzo, hubo una especie de alianza entre CML La Casa y los instaladores en el que el proveedor les asignaba las obras, actualmente, gracias a la acogida de las empresas constructoras, los instaladores poseen su propia clientela y trabajan por propia cuenta, ciertamente existe un liderazgo del proveedor, el cual organiza reuniones una vez al mes, para tratar las fallas encontradas y hacer las recomendaciones del caso.

La empresa subcontratista de instalación de placas P-7 y P-10 viene obteniendo estos rendimientos:

- 10 a 14m<sup>2</sup>/día en asentado de placas

- 70m<sup>2</sup>/día en Solaqueo
- 15 derrames/día
- 30 a 40 bruñas/día

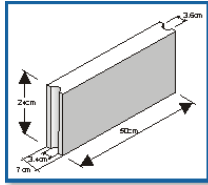
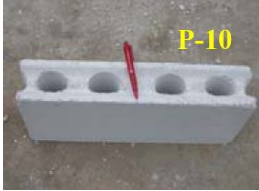
#### 5.4.2 Concepción del nuevo producto

CML La Casa determinó los componentes que utilizaría para la producción de muros no portantes, al inicio definió la placa P-7 y posteriormente la placa P-10 como unidades de tabiquería. Complementariamente se introdujo una línea de embolsado con tres productos: mortero grueso para asentar juntas horizontales, el concreto para pegar las unidades y llenar los alvéolos de las placas; y mortero fino para solaqueo de los muros. Estos insumos son necesarios ya que la solución constructiva que se busca es diferente a la manera tradicional y es necesario su empleo así como la introducción de nuevas herramientas. En ese sentido, la colocación del nuevo sistema constructivo será hecha por equipos de instaladores especializados los cuáles serán supervisados por representantes de CML La Casa, pero contará con un grupo VIP de instaladores, actualmente 8 empresas, además de las otras que hay en el mercado. Para formar parte de este grupo, es necesario contar con un grado superior de capacidad de producción y aprobar la evaluación del personal hecha por la supervisión de CML La Casa en las visitas que realiza a las obras. En caso de que el proveedor no pueda realizar los trabajos directamente o por intermedio de sus instaladores, se elaborará un manual de procedimientos constructivos que pueda orientar a quienes deseen ponerlo en práctica.

#### 5.4.3 Método del proyecto

En esta etapa, el producto fue desarrollado antes de ser lanzado al mercado como venta de albañilería alternativa a los ladrillos de arcilla sin considerar la instalación y el solaqueo de muros. La nueva solución constructiva apunta a incrementar la productividad al utilizar componentes más grandes y reducir en forma significativa la mano de obra ya que la construcción puede llevarse a cabo en una sola jornada de trabajo (NOVOA *et al* , 2006). Los componentes modulares elaborados por la empresa CML La Casa que forman parte de la albañilería son presentados a continuación en la Tabla 5.2:



	Placa P-7	Placa P-10
Espesas nominales de las placas		
Largo (cm)	50	50
Espesor (cm)	7	10
Altura (cm)	20	20
Peso (kg)	12,5	14,5
Piezas por m2	9,1	9,1
Perforaciones interiores	No presenta	4 elípticos de 5 x 7cm

**Tabla 5. 2** – Dimensiones de las placas P-7 y P-10 utilizados para el sistema de albañilería armada para muros no portantes.

Pero la solución constructiva no solo está compuesta por las placas P-7 o P-10 sino que implica además otros insumos como el mortero para asentado horizontal, el concreto líquido o Grout para rellenar los alvéolos de las placas, estos productos son fabricados también por CML La Casa los cuales vienen presentados en bolsas de 40 kg listos para usar, no se necesita fabricar mortero en obra. Debido a la facilidad del manipuleo de estos componentes se requiere menor cantidad de horas hombre durante la obra, los espacios se van optimizando, además evita la formación de stocks porque las entregas *Just-In-Time* se hacen en lotes pequeños los que son enviados en el mismo camión de transporte ya que el proveedor elabora todos los productos. El acero de refuerzo vertical para unir el muro a la estructura del edificio y el acero horizontal para darle ductilidad al elemento son habilitados por los mismos instaladores, se utiliza pegamento epóxico previo a la instalación de los muros para asegurar una unión más sólida. Generalmente, los instaladores proveen la mano de obra, materiales, herramientas, en el caso del acero, el cliente lo compra para no perjudicar al instalador debido a que es un insumo que sufre muchas fluctuaciones de precio.

La estructuración de los muros está reforzada con varillas de acero tanto vertical como horizontal que le permite trabajar adecuadamente ante un sismo. En el caso del alfeizar se recomienda dejar juntas de 1cm en sus extremos para colocar tecnopor, en caso de que un muro completo llegue a un elemento estructural se recomienda dejar juntas de 1.5cm y rellenarlos con mortero grueso cada vez que va saliendo una hilada de placas. Opcionalmente, En la interfase-muro-techo o muro-elemento estructural puede ir una bruña para ocultar fisuras eventuales.

En los encuentros T, el refuerzo horizontal ingresa con longitud de traslape de 40cm al otro muro, en el caso de encuentros tipo L, el ingreso del refuerzo se da cada hilada par. Es válido para encuentros entre Placas P-7, entre placas P-10 y placas P-7 y P-10.

#### 5.4.4 Producción de componentes

Los nuevos componentes no fueron introducidos en un solo año. La placa P-7 fue uno de las primeras placas en ser introducida al mercado en el año 1997-1998, en ese lapso se fue desarrollando el producto. Más adelante, en el año 2004, la placa P-10 salió al mercado, sin embargo, la introducción de la nueva solución constructiva el cual incluye placas P-7 y P-10 fue hecha en el año 2002 con el primer edificio de cuatro pisos, en el resto del año no se tuvo mayor acogida. A partir del 2002 y el 2003 empezaron a construirse edificios solo con la placa P-7, en el año 2004 se introduce la placa P-10, posteriormente se utilizan las placa P-7 y P-10 para un mismo edificio y además se introduce los productos embolsados para mortero y concreto. Anteriormente, la placa P-7 tenía un sistema constructivo diferente al de la P-10, una era asentada y la otra era apilada, respectivamente, no podían unirse ya que tenían alturas diferentes, es por eso que no se lograba entrelazar los muros y se hacían por separado, esto trajo problemas de fisuras después del sismo del 15 de agosto del 2007 en la ciudad de Lima. Las mejoras hechas en el sistema permiten hoy cambiar de espesor en cada encuentro de muro. Además de las placas P-7 y P-10, los otros componentes de la nueva solución constructiva mencionados son:

- Mortero grueso LA CASA utilizado para asentar todas la juntas horizontales de las placas. Ver especificaciones técnicas en el Anexo B.
- Mortero fino LA CASA utilizado para el solaqueo de los muros, vanos, derrames y todo lo que es la parte exterior de los muros. Ver especificaciones técnicas en el Anexo B.
- Concreto LA CASA utilizado para las zonas de unión de placas y los alvéolos donde se coloca el acero de refuerzo. Ver especificaciones técnicas en el Anexo B.
- Acero de corrugado de refuerzo, grado 60 con esfuerzo nominal de fluencia  $f_y=4200\text{kg/cm}^2$  de 6mm hasta 2.65 m de altura de muro y 8mm hasta 3.5m de altura.

#### 5.4.5 Procedimiento constructivo

El procedimiento constructivo fue observado en la construcción en un proyecto de viviendas de la empresa constructora MG S.A.C. a continuación se describen las características principales:

Proyecto La Alameda, Condominio residencial localizado en el distrito de San Miguel en la ciudad de Lima consta de 4 torres de 5 pisos cada una, el tipo de estructura son de placas y losas de concreto armado, posee 52 departamentos con un área construida de 4,300 m<sup>2</sup> aproximadamente.



**Figura 5. 8** – Foto que ilustra el proyecto La Alameda.

Aquí se presenta un breve resumen del método constructivo observado en el proyecto, los detalles son mostrados en el manual de procedimientos de construcción de CML La Casa:

**Habilitación de los ejes del muro:** Se hacen los trazos de ubicación de los muros, sobre los ejes, se hacen perforaciones en las losas y en los pisos de 5cm de profundidad cada 51cm, se limpia y se coloca epóxico.

**Fijación de refuerzo de acero a la estructura:** Se acomoda el refuerzo vertical en las perforaciones, el refuerzo será de dos tramos con empalme de 30cm o 40cm para diámetros de 6mm y 8mm respectivamente, se fijará con alambre N°16 o cinta masking tape, el espaciamiento del refuerzo será cada 51cm. El asentado se inicia después que el epóxico haya fraguado por lo menos 24horas.

En caso de que el muro no pueda anclarse directamente sobre la viga, vigueta, se puede anclar de dos maneras:

##### *Muro con eje perpendicular a las viguetas*

Se traza el eje del muro a instalar sobre las viguetas, se hacen perforaciones en cada vigueta, se limpia y se coloca pernos expansivos de fijación, una vez ajustado, se coloca una varilla de acero de 8mm a lo largo de los pernos para formar la

dirección longitudinal del muro, se sueldan los puntos de contacto con los pernos. Se suelda también el refuerzo vertical a la fijación longitudinal.

#### *Muro con eje en bloque paralelo a las viguetas*

Trazar ejes paralelos sobre las viguetas colindantes al muro a instalar, cada 51cm, trazar ejes perpendiculares al muro, en las intersecciones y a la altura de las viguetas, perforar 5cm y limpiar para colocar los pernos de expansión. Una vez ajustado, se suelda lateralmente los dos pernos de expansión con una varilla de acero de 8mm para unirlos. Esto forma un puente perpendicular al eje del muro, se suelda lateralmente el refuerzo vertical a la fijación tipo puente. Alternativamente se puede usar un puente tipo U, que consiste en una varilla de 8mm x 40cm con dobleces de 5cm en sus extremos, en vez de usar pernos de expansión, se utiliza epóxico para pegar el puente U, se deberá dejar fraguar el epóxico por lo menos 24 horas. Se suelda lateralmente a la fijación tipo puente el refuerzo vertical.



**Figura 5. 9** – Fotos que ilustran la colocación previa de refuerzo de acero vertical y las instalaciones antes de colocar las placas P-7 y P-10.

**Elevación del muro:** Una vez instalado el refuerzo de acero (Figura 5.9), se procede a elevar las filas de albañilería, para el asentado de las placas se utiliza mortero grueso, las juntas horizontales serán de aproximadamente 1.5cm mientras que las juntas verticales de 1cm. Los alvéolos serán rellenos con concreto una vez terminada la hilada de placas con resistencia mínima de 140kg/cm<sup>2</sup>. Cada 3 hiladas, se colocará refuerzo horizontal de 6mm, de preferencia intercalada, en la primera hacia un lado del muro y la siguiente hacia el otro lado. Para unir el muro a la estructura, se recomienda cortar la última hilada dejando un espacio de 1,5cm o 2cm el cual se rellena con mortero. Finalmente se hace el solaqueo del muro para tenerlo habilitado.

Entre las herramientas que se utilizan para la solución constructiva son:

- Compresora eléctrica: Utilizada para limpiar las perforaciones hechas en las losas
- Reglas de aluminio: Se utilizan para aplomar los muros
- Cortadoras: Utilizadas para seccionar las unidades antes de levantar el muro, en forma de cizalla permite cortar las placas de un lado a otro atravesándolas.
- Amoladora de disco de diamante: Utilizada para repujar las placas y puede hacer perforaciones para ductos.

Esas son las principales, también hay herramientas más completas como la cortadora de diamante que utiliza agua para no generar polvo. Las cortadoras en general, se han introducido para evitar el picado que genera desperdicio.

La logística externa se da a través del uso de las parihuelas para controlar la cantidad y la calidad de los productos, además permite el control interno en planta para el proveedor, los productos son trasladados en camiones de 30 toneladas de capacidad cuya carga contiene un combo de materiales P-7, P-10, P-14, productos embolsados, de acuerdo a la cantidad requerida en obra, de esta manera, las entregas son *Just-in-Time*. Si el cliente desea, la parihuela puede permanecer en obra para trasladar los materiales, aunque en la mayoría de los casos no se cuenta con grúas telescópicas para su traslado que permite optimizar el costo del acarreo.

#### 5.4.6 Método de gestión

Siguiendo con la política de control de calidad, el proveedor brinda un servicio de auditoría gratuito en las obras porque le preocupa saber que hace el constructor con su material, estas inspecciones se realizan entre 10 a 14 días en el que el proveedor a través de sus supervisores visitan todas las obras en proceso de colocación de los muros no portantes con placas P-7 y P-10 para verificar que los trabajos se estén haciendo de forma adecuada. El proveedor se reúne con los representantes de los instaladores para discutir las estadísticas de fallas encontradas en las obras, para verificar que todas las actividades que se han venido realizando cumplan con las especificaciones técnicas, además de hacer observaciones en ciertos procesos que se podrían mejorar. Después de la auditoría se envía un informe al constructor sobre los resultados obtenidos haciendo las recomendaciones pertinentes, esta práctica permite controlar los procesos, a diferencia de los proveedores convencionales que no supervisan la utilización de sus productos los cuales se venden a través de distribuidores y ferreterías lo que evita tener un control directo sobre ellos.



El grupo de instaladores VIP normalmente instala el 70% de los materiales que vende CML La Casa mientras que el otro 30% son instalados por las mismas constructoras que los compran, los trabajos de asentado en obra se realizan en coordinación previa con las áreas de producción de otras actividades, instalaciones eléctricas, sanitarias, gas. En este tipo de trabajos, el pago por destajo no es recomendable, ya que se tiene que dejar el muro listo para empastar, lo cual requiere de una buena calidad de trabajo. Sin embargo, existen grupos de instaladores que trabajan por destajo y por jornal, lo importante es llevar un buen control de calidad por la supervisión, no existe restricciones hacia una manera específica de trabajar.

#### 5.4.7 Evaluación experimental

La etapa experimental se fue dando a lo largo de la introducción del producto al mercado para evaluar el desempeño de sus componentes que permitan detectar posibles patologías. Cada vez que el proveedor crea un producto siempre desarrolla toda la parte técnica, así en un inicio los apoyó el Ingeniero Héctor Gallegos Vargas de la firma Gallegos Casabonne Aranda Quesada Ingenieros Civiles, luego el Ingeniero Ángel San Bartolomé de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Además, se han realizados investigaciones en el laboratorio de Estructuras de la PUCP sobre el comportamiento de los placas sílico-calcáreos P-7 para muros no portantes, entre ellos están los estudios de NOVOA y HERMOZA (2006). Los resultados obtenidos indican que el refuerzo de acero vertical del muro le permite tener un comportamiento dúctil una vez producido el agrietamiento diagonal del muro y a la vez impedir la falla por volcamiento, no se describen los ensayos porque no son el tema de la investigación. Posteriormente, luego del sismo del 15 de agosto del 2007 en la ciudad de Lima que tuvo una intensidad V en la Escala Modificada de Mercalli, se han seguido realizando pruebas en el laboratorio de Estructuras de la PUCP gracias a la colaboración del Ingeniero Ángel San Bartolomé para ver los defectos aparecidos en los muros no portantes de las edificaciones en Lima a raíz del sismo, los resultados de esas pruebas han ayudado a mejorar los procesos los cuales son plasmados en la 6ta y 7ma versión del manual.

#### 5.4.8 Construcción de prototipos

En esta etapa, CML La Casa no desarrolló modelos prototipo del producto para utilizarlos en la construcción de edificios antes de producirlos a gran escala, sin embargo se presenta el inicio de la utilización.

La placa P-7 estaba a disposición desde el año 1997, sin embargo, su ingreso al mercado no tuvo mayor éxito y sólo se producía en cantidades menores, no fue hasta el año 2002, en el que gracias a la colaboración de la constructora A, por motivos de confidencialidad, CML La Casa mantiene en reserva el nombre de la empresa, los apoyó en esta nueva alternativa para la construcción de muros con placas P-7 y, además, les permitió llevar nuevos clientes a conocer el producto. El edificio en el que fue utilizado por primera vez el sistema tenía 4 pisos cuyos muros tenían que empastarse, al mes se pasó a un edificio de 16 pisos, a los dos meses, a uno de 20 pisos. Esa fue la etapa inicial en la que se ejecutaron los primeros edificios que utilizaron las placas, más adelante, el número de clientes se fue acentuando gracias al potencial del producto en obra.

#### 5.4.9 Consolidación de la tecnología y *feedback*

El sismo del 15 de agosto del 2007 en la ciudad de Lima ha permitido descubrir patologías existentes hasta ese entonces. Se encontró tres tipos de fallas, la primera se da cuando el muro falla por corte que viene a ser una falla común, en la segunda, eventualmente se observaron fisuras en las interfaces muro-muro, muro-columna, muro-viga, al ser elementos estructurales diferentes es normal que ante un sismo la zona límite se fisure y eso dependerá de la capacidad de deformación de la estructura del edificio, la tercera falla se dio, y es donde aprendió, en los amarres entre la placas P-7 y P-10, se produjo fisuras verticales en las alas porque se colocaban a junta seca, debido a la alta deformación elástica que tiene el muro, en algunas zonas el empaste no lo soportó y falló pero no el muro. El *feedback* permitió en adelante que el encuentro entre placas ya no se pega, sino se separa un centímetro y se pega en toda su sección. Las investigaciones hechas por el Ingeniero Ángel San Bartolomé sugieren rellenar con mortero las uniones de los muros con elementos estructurales en vez de colocar tecnopor tal como se hacía anteriormente, de esta manera, las columnas confinan mejor el muro y el conjunto se vuelve más rígido lo que reduce la deformación para que las fisuras estética sean menores. Asimismo, en los encuentros entre placa y placa lo que se hace es entrelazar los muros y además se deja pasar al otro muro el refuerzo de acero

horizontal que va cada tres hiladas, esto permite generar una mayor unión sólida entre muros.

El *feedback* como consecuencia de las lecciones aprendidas son introducidas en el manual el cual se va actualizando constantemente con el objetivo de optimizar, homogenizar y estandarizar el proceso, el ritmo de actualización es de 6 meses aproximadamente dependiendo de los detalles que se puedan mejorar, normalmente se imprimen unas 500 copias, una vez que se agotan, se manda a reimprimir una nueva versión.

#### 5.4.10 Comercialización

El mayor mercado de CML La Casa es el sector edificaciones, en un inicio este mercado fue poco receptivo debido a que había mucha desconfianza con respecto a la innovación tecnológica en productos no tradicionales, sobretodo en un mercado en el que el empleo del ladrillo de arcilla para tabiquería es abundante, los edificios con placas de concreto de ductilidad limitada favoreció a contrarrestar esta creencia. Así, en un comienzo el nuevo producto se manejaba a un precio muy bajo para ser atractivo en el mercado, además el capital para lanzar el nuevo producto era limitado, debido a la potencialidad del sistema reconocida por el cliente, el precio actualmente lo maneja el mercado con variaciones mínimas dependiendo de la capacidad de los instaladores.

La estrategia de Marketing que ha conducido CML La Casa ha sido buscar la atención personalizada del cliente. El proveedor consigue una cita con el cliente, en este caso puede ser el gerente de la empresa constructora, el propietario del proyecto o el ingeniero constructor, con el objetivo de mostrarle el producto en una obra, en tiempo limitado debido a la poca disponibilidad de tiempo del cliente, el interés que se genera en él al ver como se utiliza el producto en pleno proceso constructivo es mucho mayor a que se le explique en palabras. Incluso la visita programada inicialmente para 20 a 30 minutos, debido al interés generado en el cliente termina por durar entre una hora a una y media; y es que el cliente puede recorrer varias obras, de esa manera, tiene la posibilidad de conocer como trabajan sus competidores. En la actualidad, el proveedor sigue llevando clientes a las obra, esa es la estrategia principal de Marketing porque en obra se ve la verdadera potencialidad del producto, en el que el cliente puede preguntar y resolver sus dudas. El representante del proveedor está presente durante la venta y la postventa.

Como estrategias de apoyo, CML La Casa ha asistido en los últimos años a Expovivienda hoy EXCON con dos objetivos: el primero, para mostrar la presencia del proveedor en el mercado de la construcción y segundo, para llegar sobre todo al consumidor final, aquel que busca comprar el departamento, para mostrarle que es una de las alternativas más competitivas en el mercado. Además, se hace publicidad en la revista Costos y Constructivo en las ediciones mensual y bimensual, asimismo, se está actualizando la página Web de la empresa. Se espera poner a disposición, la tesis de investigación sobre de los muros hechos con ladrillos sílico-calcareos, la última versión actualizada del manual de instalación y toda la información necesario para que el cliente pueda tener acceso.

### **Ventajas del producto**

- Reducción de desperdicios: Las instalaciones eléctricas y sanitarias se colocan sin picar y durante el asentado de las placas evitando los resanes.
- Aumento de la productividad: Mayor rapidez del proceso, facilidad en la colocación. Además, el asentado de las placas no presenta restricciones de elevación por día. Mayor rendimiento de la cuadrilla.
- Mayor limpieza: El empaste de muros en lugar de tarrajearlos es más seco. En caso de que se tarrajea el muro, la cantidad de mezcla para el tarrajeo es menor (máximo 1cm de espesor contra 3cm de tarrajeo convencional).
- Reducción de transporte horizontal y vertical, al ser las placas de menor peso se transportan con mayor facilidad. Además, los muros al solo empastarse o tarrajearse requieren de menos material de acarreo (cemento, arena).
- Reducción de mano de obra: Al reducirse el tarrajeo se requiere de menor cantidad de personal.
- Mayor aprovechamiento de los ambientes del edificio: Las placas P-7 y P-10 al tener espesores de 7cm y 10cm respectivamente otorgan mayor área útil al ambiente.
- Mayor factor termo acústico del material.
- Mayor resistencia al fuego.
- Mejora la transitabilidad de la obra: La reducción de mano de obra así como la reducción de materiales de acarreo para el tarrajeo permiten aumentar la transitabilidad.

## 5.5 CASO C: PRODAC

Prodac es una empresa proveedora de productos de alambre y derivados que inicia sus actividades en el año 1994. Como resultado de la fusión con otras empresas, actúa en el mercado nacional e internacional, pertenece al grupo BEKAERT uno de los mayores productores de alambres en el mundo. Bajo la política de innovación constante, la empresa ha introducido varios productos al sector construcción, no obstante, nuestro análisis se focaliza al uso de las Mallas Electrosoldadas, que han permitido obtener ventajas como la disminución de mano de obra, aumento de la productividad y facilidad en el transporte, los cuales se desarrollan al detalle más adelante. A continuación, se presenta el análisis del producto.

### 5.5.1 Problemática

- Uno de los primeros productos que se ofrecieron fueron las mallas electrosoldadas con el objetivo de ser más eficientes en la construcción, de esta manera fomentar y apoyar a la industrialización de la construcción. Dichos productos son utilizados en otros países como México, Chile, Colombia para facilitar los trabajos en obra, el campo de aplicación es amplio entre los que destacan muros de contención, plateas de cimentación, piscinas pavimentos, losas macizas, sin embargo, el mayor uso a la fecha se está dando en la construcción de Edificios con Muros de Ductilidad Limitada (EMDL) a los que el análisis se focalizará. Los EMDL son edificios multifamiliares económicos que se construyen en el Perú con muros delgados de concreto armado cuyo sistema de pisos son losas macizas (DELGADO; PEÑA, 2006), las familias que los adquieren son de recursos limitados con hipotecas a largo plazo. Los autores también señalan que las mallas electrosoldadas son menos dúctiles que el acero corrugado y se alcanzan velocidades de construcción de hasta dos departamentos por día.

### 5.5.2 Concepción del nuevo producto

El sistema al cual pertenece las mallas electrosoldadas se conoce como Edificios de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL) requiera de otros componentes y ciertas características:

- El concreto premezclado en obra tendrá un Slump mayor a 6" para facilitar el vaciado y evitar la formación de cangrejeras en las placas de concreto.
- La resistencia del concreto deberá ser como mínimo  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ , aunque actualmente se ha observado en las obras visitadas que el concreto utilizado



con mayor frecuencia es el  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , aunque para grandes volúmenes de construcción masiva utilizar un concreto de  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  puede significar un ahorro sustancial en el costo total.

- Mallas electrosoldadas con esfuerzo de fluencia  $f_y=5000\text{ kg/cm}^2$  de escasa o nula ductilidad, conformada por varillas estiradas en frío dispuestas en dos sentidos, soldadas eléctricamente en sus puntos de contacto.
- Se apoyan sobre plateas superficiales de 20 a 25cm de espesor sobre rellenos controlados.
- Dientes de cimentación para confinar el relleno con dimensiones que van desde 25 x 65 hasta 35 x 150cm.
- Muros de 10 a 12cm que utiliza como refuerzo distribuido las mallas electrosoldadas y refuerzo concentrado en los extremos con acero corrugado.
- Los traslapes se hacen en la base del muros siendo de 40cm a lo largo del refuerzo distribuido y 50cm en los refuerzo concentrados.
- Mano de obra para la ejecución de los trabajos, puede ser subcontratada o suministrada por la propia empresa constructora.

Adicionalmente, se recomienda que a pisos mayores de 5 pisos el empleo de mallas electrosoldadas en elementos verticales se dé a partir de los 2/3 de altura del edificio, esta parte se explica mejor en el ítem 5.5.7.

Con respecto a la mano de obra, Prodac ofrece el servicio integral para la habilitación de toda la partida de acero, de esta manera el constructor puede prestar atención a otras partidas importantes, así ambos agentes obtienen ventajas. Sin embargo, la utilización de la mano de obra en ciertos proyectos de construcción es hecha por la propia empresa constructora debido al sistema de gestión de producción que esté utilizando, por ejemplo en el proyecto Los parques del Agustino, la mano de obra que habilita el encofrado es la misma que habilita el acero, esto reduce personal en obra.

### 5.5.3 Método del proyecto

En esta etapa, el proyecto busca incrementar la rentabilidad del proveedor con la introducción de la malla electrosoldada para reemplazar al sistema tradicional de habilitación de acero, a la misma vez, alcanzar beneficios a la empresa constructora al reducir costos de instalación. A continuación, se presenta un cuadro con la dimensiones de la malla electrosoldada:



Malla	Medida Medida	Cocada mm	Diámetro mm	Peso malla kg	Peso malla kg/cm <sup>2</sup>
Q-84	2,40 x 6,00	150 x 150	4,00	18,94	1,31
Q-139	2,40 x 6,00	100 x 100	4,20	31,20	2,16
Q-158	2,40 x 6,00	150 x 150	5,50	35,80	2,48
Q-188	2,40 x 6,00	150 x 150	6,00	42,62	2,96
Q-195	2,40 x 6,00	150 x 150	6,10	44,04	3,05
Q-221	2,40 x 6,00	150 x 150	6,50	50,00	3,47
Q-235	2,40 x 6,00	150 x 150	6,70	53,13	3,69
Q-257	2,40 x 6,00	150 x 150	7,00	54,45	3,78
Q-295	2,40 x 6,00	150 x 150	7,50	66,57	4,62
Q-335	2,40 x 6,00	150 x 150	8,00	74,65	5,18
R-80	2,40 x 6,00	200 x 330	4,50 / 3,00	11,38	0,79
QE-106	2,40 x 5,00	150 x 150	4,50	19,87	1,65
QE-65	2,50 x 6,40	300 x 300	5,00	17,35	1,08
QE-79	2,50 x 6,40	300 x 300	5,50	21,00	1,31
QE-128	2,50 x 6,05	300 x 300	7,00	31,33	2,07
QE-147	2,45 x 6,05	300 x 300	7,50	36,72	2,47

Fuente: Prodac

**Tabla 5. 3** – Dimensiones de las mallas electrosoldadas comerciales.

El tipo de cocada se representa por Q cuando es cuadrada y R cuando es rectangular, la letra E es una malla especial diferente al estándar (2.4 x 6.00m), la Tabla 5.3 muestra los tamaños comerciales de las mallas. Las especificaciones técnicas y la fabricación de las mallas electrosoldadas están en las normas ASTM: A82, A184, A185, A496, A497 también en el artículo 3.4 de la Norma E-060 y en el artículo 3.5 del ACI-02.

En los EMDL, la partida de acero implica la habilitación de las mallas electrosoldadas, la colocación de acero corrugado y uso de alambres para unirlos.

#### 5.5.4 Producción de componentes

En esta etapa, con respecto a los otros proveedores Prodac sí formó alianzas con otras empresas para lanzar su producto.

Debido a que el producto formaba parte del sistema de construcción de EMDL, fue necesario la formación de alianzas con otras empresas proveedoras del medio antes de iniciar la comercialización de las mallas electrosoldadas, estas empresas se presentan a continuación:

**Forsa:** Empresa proveedora de encofrado metálico con el que el proveedor formó una alianza para poder optimizar tiempos en la habilitación del sistema constructivo.

**Unicon:** Empresa proveedora de concreto premezclado con el que el proveedor formó también una alianza para ser eficientes en el vaciado del concreto del nuevo proyecto.

Estas alianzas se formaron para promocionar la construcción de EMDL con el objetivo de vender todo el sistema constructivo y mostrarse atractivos al mercado constructor que aún mantenía muy arraigado la costumbre de utilizar el sistema tradicional aporticado o mixto.

Adicionalmente a la producción de mallas electrosoldadas, más adelante, Prodac comercializa el alambre N° 16 cortado para facilitar el trabajo de fijación de las mallas entre sí o para fijarlas al acero corrugado de refuerzo de característica dúctil (4200kg/cm<sup>2</sup>).

### 5.5.5 Procedimiento constructivo

Debido a que las mallas electrosoldadas forman parte del sistema de construcción de los EMDL es necesario presentar la habilitación de las mallas en este tipo de edificios. Con el objetivo de describir el procedimiento constructivo de este tipo de viviendas se visitó el proyecto Los parques del Agustino que construyó la empresa constructora Graña y Montero, a continuación se describen las características principales:

Proyecto Los parques del Agustino, Conjunto residencial localizado en el distrito del Agustino en la ciudad de Lima se ha proyectado la construcción de 3400 viviendas con áreas que van desde 57m<sup>2</sup> a 63m<sup>2</sup>, el sector residencial consta de 88,000 m<sup>2</sup> de área construida aproximadamente. El terreno posee una extensión de 222,700m<sup>2</sup> e incluye áreas verdes y zonas comerciales, el tipo de estructura son muros de concreto armado de ductilidad limitada.



**Figura 5. 10** – Figura que ilustra parte del proyecto Los parques del Agustino.

A continuación se presenta algunos procedimientos:

En la parte de la cimentación, el procedimiento que se sigue es el siguiente: se hace la excavación, luego se colocó el relleno compactado, se excava las zonas

en las cuales van los dientes de la platea de cimentación, se encofra todo el extremo perimetral de la platea, se refuerza con acero corrugado los dientes de la cimentación, se procede a colocar en toda la platea las mallas electrosoldadas en lugar de estar cortando y habilitando acero, los encuentros con los dientes de la platea son reforzados con bastones de acero tradicional.

Los muros del primer tercio de altura del edificio son habilitados con acero corrugado aunque puede extenderse hasta los últimos pisos dependiendo del diseño estructural, esto responde a las exigencias de la Norma E.060, en los primeros pisos del edificio no se utilizan mallas electrosoldadas en elementos verticales por ningún motivo. Su empleo se inicia ya a partir de los pisos superiores, se trazan las zonas que se van a encofrar, las mallas electrosoldadas son habilitadas sobre esta zona y amarradas a las mechas de las mallas del piso inferior (Figura 5.11), se completa la habilitación con acero corrugado que va como refuerzo horizontal y como refuerzo vertical en los extremos del muro. Luego se procede a colocar las instalaciones eléctricas y sanitarias, una vez terminado, se emplea el encofrado, este puede ser de madera o metálico, en el caso de usar encofrado metálico este puede ser **Forsa** (Figura 5.11) que permite vaciar el mismo día muros y losas o **Efco** o **Ulma**, en este caso, solo se puede vaciar los muros en el día. Verificado el aplomado, se procede al vaciado de los muros con concreto premezclado. Al día siguiente se desencofra y se cura por tres días.



**Figura 5. 11** – Fotos que muestran la habilitación de acero y encofrado metálico Forsa en elementos verticales.

En el caso de las losas, el procedimiento es el siguiente, se procede a encofrar el fondo de losa, luego sigue la habilitación del acero, las mallas son transportadas entre dos personas las que se colocan sobre el paño de acuerdo al tamaño que poseen, luego los bastones, los empalmes entre mallas se fijan por atortolamiento con alambre N°16, en las zonas de los ductos se hace el recorte de las mallas, se colocan los separadores para asegurar un buen recubrimiento, a esto siguen las instalaciones eléctricas y sanitarias, para finalmente vaciar la losa, la que puede ser



desencofrada al día siguiente pero siempre dejándola apuntalada para evitar deflexiones en los paños. Y curar la losa por tres días.



**Figura 5. 12** – Fotos que muestran la colocación de las mallas sobre las losas, el atortolamiento y cortado en ductos.

En este tipo de edificios el procedimiento constructivo es más rápido, la productividad se incrementa en los últimos pisos como resultado de utilizar mallas electrosoldadas fáciles de colocar.

A la fecha Prodac no ha introducido nuevas herramientas al sistema que viene utilizando, sin embargo, viene evaluando la introducción de la pistola de amarre de alambre, que permite obtener mayor rendimiento al momento de atortolar los alambres para fijar las mallas entre sí o fijarlas a mallas habilitadas de acero corrugado.

#### 5.5.6 Método de gestión

El método de gestión se fue desarrollando con la introducción de la solución constructiva al mercado. En esta etapa, Prodac con el objetivo de verificar la correcta utilización de su producto realiza visitas a los proyectos en ejecución en los cuales se viene empleando las mallas electrosoldadas, los responsables de supervisar los trabajos se realizan son designados por el proveedor, además se hace una visita posterior a la construcción para solucionar los problemas post-construcción.

En función a lo que va a consumir, la empresa constructora hace el pedido de compra, Prodac pide como mínimo 7 días anticipados a la fecha requerida en obra para fabricar las mallas electrosoldadas ya que, por lo general, los tamaños difieren del estándar (Ver Tabla 5.3) si el volumen de entrega es alto, entonces Prodac hace envíos por partes previa coordinación con los responsables de la logística de la empresa constructora. El proveedor se encarga de hacer el envío, los camiones de transporte cuentan con pluma para descargar las mallas electrosoldadas y así evitar



que la mano de obra de la empresa constructora sea interrumpida en sus tareas productivas. Las mallas electrosoldadas son entregadas con tarjetas de identificación en los que figura la medida de la malla (Figura 5.12), pero no incluye el sector de la obra al cual va dirigido. Esta tarea queda a cargo del personal de la constructora.

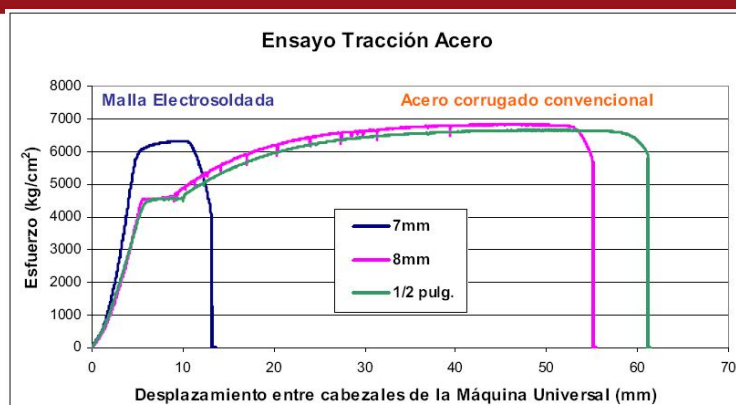


**Figura 5. 13** – Fotos que muestran el almacenamiento y transporte de las mallas electrosoldadas en el proyecto Los parques de Agustino.

#### 5.5.7 Evaluación experimental

Esta etapa se ha desarrollado en mayor grado una vez que el producto salió al mercado porque se estaban utilizando sin ninguna restricción en toda la estructura de los edificios, la falta de investigaciones sobre el comportamiento de las mallas electrosoldadas motivó a su análisis.

Prodac ha realizado investigaciones sobre las propiedades de las mallas electrosoldadas cabe destacar, sin embargo, los estudios hechos en el Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú con el objetivo de evaluar el desempeño del sistema de los muros de ductilidad limitada, ha contado con la colaboración de los ingenieros Alejandro Muñoz y Angel San Bartolomé. Los resultados de estos ensayos escapan del alcance este trabajo, no obstante, a continuación se presenta características en la deformación de mallas electrosoldadas y acero corrugado que debería quedar claras antes de utilizarlas.



**Figura 5. 14** – Diagrama de Esfuerzo-Deformación de una malla electrosoldada de 7mm de diámetro y acero corrugado de 8mm y ½” de diámetro. (DELGADO; PEÑA, 2006).

Observamos en la Figura 5.14 que las mallas electrosoldadas son de escasa o nula ductilidad con esfuerzo de fluencia de 5000kg/cm<sup>2</sup> mientras que el acero convencional ( $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ ) posee un escalón de fluencia que le da mayor ductilidad antes de fallar.

Los resultados de los ensayos realizados en la Pontificia Universidad Católica del Perú permitieron modificar en el año 2006 el Reglamento Nacional de Edificaciones y la Norma peruana E.060, estas especificaciones sobre mallas electrosoldadas se muestran en el anexo B, entre ellos destaca la prohibición de usarlas en el tercio inferior de la altura de los EMDL ya que pueden derivar en fallas peligrosas como fallas por trituración del talón y fallas por deslizamiento a través de la base (SAN BARTOLOME, 2006).

### 5.5.8 Construcción de prototipos

Prodac no ha construido edificios prototipo en conjunto con otras empresas constructoras para implantar técnicas de ejecución o de gestión, esta etapa no fue desarrollada, pero sí se menciona el uso de las mallas en los primeros edificios.

El gran despegue en la comercialización de las mallas electrosoldadas se da en el año 2002 con el inicio de la construcción de los primeros edificios de muros de ductilidad limitada, las primeras empresas constructoras que utilizaron el producto fueron las más grandes en edificaciones: GyM, JJC contratistas generales, San José Perú, como resultado del éxito alcanzado por ellos, las empresas constructoras de mediano y pequeño porte adoptaron también el sistema. A partir

del año 2006, con las inclusiones en la Norma E.060 sobre el comportamiento de los EMDL, toda edificación de vivienda económica construida con mallas debe cumplir con los requisitos aprobados (Ver Anexo B).

### 5.5.9 Consolidación de la tecnología y *feedback*

Los resultados obtenidos en las pruebas experimentales realizadas con la Pontificia Universidad Católica y la experiencia adquirida con la construcción de los edificios de muros de ductilidad limitada han permitido consolidar la tecnología, asimismo, el sismo ocurrido en el 2007 en la ciudad de Lima dejó entrever la seguridad del sistema ya que gran parte de estos edificios no sufrieron mayor daño para la intensidad ocurrida, los EMDL al estar conformados por muros de concreto y mallas electrosoldadas forman una estructura rígida. Prodac cuenta con un manual técnico de las mallas electrosoldadas en el que brinda información acerca de las características del producto, el campo de aplicación, así como la conversión de acero corrugado a las mallas cuando se tenga planos de estructuras ya definidos para facilitar la instalación, pero siempre considerando la poca ductilidad del elemento estructural. Además, se presenta recomendaciones para el procedimiento constructivo, las mallas electrosoldadas al venir listas para instalar no requieren de mayor detalle de manipuleo, pero sí recomendaciones para almacenar el producto.

Como fue visto en la evaluación experimental, se recomienda utilizar las mallas electrosoldadas a partir de los 2/3 de la altura del edificio en elementos verticales por la poca ductilidad del producto, no antes. Otro problema que se ha presentado es la formación de cangrejeras en los muros por lo que se recomienda mejorar el procedimiento de vaciado de concreto a una altura adecuada. Esta etapa se mejoró gracias a las evaluaciones experimentales hechas al producto, se recomienda como parte del aprendizaje alcanzado, realizar estas evaluaciones antes de lanzarlos al mercado.

### 5.5.10 Comercialización

Antes del inicio de la comercialización, Prodac realizó toda una etapa previa de conscientización sobre las ventajas de la utilización de las mallas electrosoldadas, dicho período de trabajo duró tres años, como mencionamos líneas arriba, durante esa etapa se formaron alianzas con los otros proveedores cuyos productos forman parte del sistema de construcción de los EMDL, el proveedor reconoce que el éxito de la demanda actual se debió a la alianza que sostuvo con Unicon y Forsa en ese entonces, posteriormente, los constructores que utilizaron el producto por primera

vez descubrieron las ventajas que se podían alcanzar y actualmente han seguido utilizándolo. El marketing empleado por el proveedor consiste en visitas directas a las empresas constructoras para mostrar las ventajas del producto, esto se complementa con herramientas de apoyo como la página Web la que cuenta con información técnica de los productos los que pueden descargarse de manera directa. Asimismo, han estado presentes en ferias para promocionar el sistema aunque actualmente esto se ha reducido, otra herramienta de apoyo al marketing es la promoción en revistas del sector.

### **Ventajas del producto**

- Aumento de la productividad: Las mallas vienen soldadas entre sí, esto evita utilizar alambres para atortolar todos los puntos de intersección de acero longitudinal y transversal. El rendimiento que alcanza la cuadrilla es de 0.026hh/kg frente a 0.033hh/kg en el acero corrugado.
- Reducción de desperdicios: Las mallas vienen en planchas listas para instalarse, esto evita el cortado y la habilitación en obra.
- Reducción de la mano de obra: Por la facilidad en la manipulación de mallas, se requiere un menor número de personal para dejarla habilitada. Esto permite tener mayor control y seguridad.
- Reducción en el transporte horizontal y vertical: Las mallas electrosoldadas pesan menos que el acero corrugado esto facilita el transporte y ahorra tiempo en esta actividad.
- Los componentes vienen codificados para facilitar su reconocimiento en las entregas en obra.
- Reducción de costos: La facilidad en la instalación permite aumentar la productividad, en consecuencia, los costos de instalación se reducen.
- Impulso a la industrialización, el empleo de nuevas soluciones constructivas fomenta la competitividad en los otros proveedores en beneficio de las empresas constructoras.
- Orden: Como consecuencia de evitar el cortado y habilitación del acero en obra.
- Ahorro: Este será mayor si el proyecto es de mayor volumen.

Tener en cuenta que las mallas electrosoldadas son elementos que presentan menor ductilidad, se debe partir de esta consideración antes de optar por su utilización.

## 5.6 Relación de las nuevas soluciones constructivas con la Producción y el Planeamiento

Hemos observado las ventajas que se pueden obtener al usar las nuevas soluciones constructivas estudiadas en este capítulo, sin embargo, el éxito de la aplicación no solo basta con la compra de estos productos sino que es necesario integrarlos al planeamiento de la producción. La empresa constructora deberá estar preparada para asumir el cambio tecnológico que implica utilizarlos ya que puede resultar en una solución constructiva inadecuada que genere pérdidas y desperdicios.

El planeamiento no es solo ganar tiempo, espacio, calidad, limpieza sino también coordinar y conducir las diversas interfases de las actividades de la obra en las que la nueva solución constructiva está envuelta, así como planificar que tipo de insumos y cuando serán requeridos en el área de trabajo para que los objetivos sean alcanzados. Un primer paso será que el proveedor deberá garantizar puntualidad en las entregas, abastecimiento en pequeños lotes cuando sea necesario (*Just-in-Time*) y programar las entregas en lotes.

A través de las entrevistas realizadas a los profesionales durante la elaboración de este trabajo se tomó en cuenta esta etapa. La información desarrollada resume la etapa del planeamiento que deberá tomarse en cuenta antes de usar los nuevos productos.

- Se recomienda un mayor acercamiento de las empresas constructoras hacia los proveedores esto permitirá hacer un estudio en conjunto durante la fase del proyecto en busca de la mejor solución constructiva en el que las condiciones de pago y abastecimiento viabilicen la utilización del material sin perjudicar el presupuesto y la ejecución de la obra.
- Realizar una evaluación inicial de las nuevas soluciones constructivas ofrecidas por los proveedores identificando las etapas críticas en los que están envueltos, tomar en cuenta lo que se debería hacer (SHOULD).
- Realizar una reunión de sensibilización con los proveedores para aprender como trabaja el nuevo producto para luego proponer el planeamiento de las actividades en el que está envuelto.
- Determinar la estrategia de ataque, la secuencia de actividades y evaluar que actividades se pueden realizar (CAN)



- Definición de la secuencia de ejecución de actividades del proveedor en cada etapa la obra, no es lo mismo hacer el análisis en los sótanos que en los pisos elevados.
- Definir el predimensionamiento de la capacidad de recursos de producción para las actividades del proveedor.
- Estudios de los flujos de trabajo, *layouts* de obra y trayectorias de los equipos considerando las diversas etapas por las que atraviesa la obra.
- Cronograma de largo plazo y programación de recursos, lo que se hará (WILL).
- Utilización de la programación semanal como herramienta de planeamiento de corto plazo y posteriormente de mediano plazo utilizando el *Look Ahead Planning* (Ver Item 3.2.2.2.) que permitirá definir los recursos y equipos necesarios para usar la nueva solución constructiva.
- Realizar reuniones periódicas con los proveedores estratégicos para evaluar, rediseñar, controlar y mejorar el empleo de las nuevas soluciones constructivas (metodología del *Supply chain Management*).

Por parte del proveedor, existe una gran dificultad para cumplir con el planeamiento por la incertidumbre que forma parte del proceso de producción:

- Accidentes
- Factores climáticos
- Falta de materiales, insumos y equipos de otros proveedores que impiden la ejecución de servicios anteriores
- Productividad inestable de la mano de obra
- Necesidad de los retrabajos

Para reducir parte de la incertidumbre es necesario usar el LAP y el *Análisis de Restricciones* (IZQUIERDO, 2008). Ver Item 3.2.2.2.

## 5.7 Análisis de resultados

En los tres casos estudiados se trata de proveedores de materiales y componentes, CML La casa y Prodac brindan también el servicio de mano de obra en el caso que el constructor lo requiera.

En el caso de las constructoras, los dos proyectos presentados: La alameda y Los jardines del Agustino son obras habitacionales, por su parte, el edificio Cronos es una obra con fines comerciales, los tres casos pertenecen al *subsector edificaciones* (Ver Item 2.2).

Se comprueba la hegemonía de los proveedores en la introducción de nueva tecnología planteada por AMORIM (1996) al ofrecer nuevas soluciones constructivas en beneficio del constructor.

Los tres casos corresponden a los *productos para la construcción* en lo que se refiere a características de innovación en edificios visto en el acápite 4.3.2, ya que los productos introducidos no son advertidos por el cliente final.

De acuerdo al análisis de niveles de innovación tecnológica de VASQUEZ (2005) visto en el acápite 4.3.1, podemos mencionar que para el edificio Cronos en el que Krone-tec estuvo presente, el proyecto se puede caracterizar como una *construcción parcialmente ensamblada en obra* en el que parte de las losas macizas son producidas fuera de la línea principal de producción. Para el proyecto La Alameda en el que se usaron las placas P-7 y P-10 de CML La casa, puede considerarse como *construcción con tecnificación primaria* en el que se introducen productos alternativos a los ladrillos de arcilla tradicionales, sin embargo, no se han utilizado las herramientas para mejorar la gestión de producción. Finalmente, el proyecto Los Parques del Agustino en el que prodac estuvo presente, se puede caracterizar también como una *construcción con tecnificación primaria* en el que todo se ha producido dentro de la obra, no obstante, se ha introducido nuevos productos y herramientas como el uso de papel en vez de pintura para acabado de muros, la utilización del *Telehandler* les permite transportar materiales a los pisos superiores esto reduce el tiempo de las actividades de traslado (Figura 5.15).



**Figura 5. 15** – Fotos que muestran el uso de equipos móviles para el traslado vertical de mallas electrosoldadas así como otros materiales de construcción.

En los tres casos analizados ninguno de los proveedores ha establecido alianzas con las empresas constructoras, en el caso de Prodac estableció alianzas con otros proveedores pero solo inicialmente, no obstante, proveedores y constructores han establecido relaciones de largo plazo y existe una buena disposición por parte de las constructoras para seguir utilizando los productos en proyectos futuros.

No se tuvo acceso a información económica de las empresas proveedoras para analizar los resultados financieros alcanzados. Sin embargo, consideramos las metas que viene alcanzando el proveedor con respecto al número de obras donde se encuentra presente. Además, los precios actuales del mercado con respecto a los productos del proveedor se encuentran dentro de la línea propuesta por ellos.

Una característica general encontrada en los tres proveedores es que presentan productos de calidad confiable para las constructoras, esto permite que las entregas a obra se hagan directamente desde la línea de producción evitando las inspecciones.

Con respecto a las empresas constructoras, de los tres casos analizados, MG S.A.C. todavía no posee una política estratégica para la logística, las otras dos: JJC y GyM lo vienen implementando y mejorando, esto se debe al tamaño de la empresa que poseen áreas específicas que se encargan de este tema, mientras que las labores de la planificación logística en la empresa MG se deja al criterio del ingeniero residente y al maestro de obra.

De acuerdo al tipo de producto, cada proveedor posee algunas características particulares con respecto a la forma de planificación, organización y control de entregas.

Krone-tec hace entregas a pedido con 10 días de anticipación como máximo para poder elaborar los productos prefabricados y poder trasladarlos a la obra. Las entregas se hacen en lotes pequeños (*Just-in-Time*) y se colocan de acuerdo al orden de instalación para evitar retrabajos de traslados. Esto se consiguió como parte del *feedback* observado en la obra Cronos ya que anteriormente no se controlaba el orden de colocación. Las prelosas son enviadas en camiones propios del proveedor, en los que es traslado horizontal y vertical, se emplea la grúa telescópica es un requisito fundamental si se desea trabajar con la prelosas, la gran utilidad de este equipo permite reducir los acarreos para todos los materiales enormemente y como consecuencia la reducción de hh destinados al transporte en obra, con respecto a las zonas de stock y procesamiento, las prelosas son descargadas en las áreas interiores de la obra esto pudo conseguirse gracias al espacio disponible, las prelosas no requieren mayor procesamiento ya que vienen preparadas para colocarse sobre los paños apuntalados. El medio de comunicación más utilizado fue Internet y teléfono.

En el caso de CML La casa, la solución constructiva al estar conformadas por las placas P-7, P-10, mortero grueso, mortero fino son entregadas en un solo lote y en un solo envío. La descarga de los materiales es hecha a mano, con respecto a las zonas de stock y procesamiento, las placas P-7 y P-10 son descargadas temporalmente cerca de las veredas algunas veces se utilizan buguis para traslados horizontales, en el caso de los morteros, estos son descargados manualmente para luego ser trasladados al almacén. Los materiales son entregados en obra en cantidades suficientes para una semana de trabajo. Antes de iniciar el asentado de las placas, cuando se presenten instalaciones eléctricas y sanitarias estas se cortan con herramientas especiales que evitan el picado y rotura de los elementos, en ese sentido, existe un esfuerzo en conjunto para reducir desperdicios, esto es una característica del *Just-in-Time*. Con respecto a los traslados horizontales y verticales, en el proyecto La Alameda no se utilizaron grúas, según la consulta hecha a los ingenieros de la obra esto se debía al costo elevado de alquiler, para traslado vertical se utilizaron winches, para traslado horizontal se usaron buguis aunque para otros materiales el traslado se hizo manual. El medio más utilizado para transmitir información era Internet.

En el caso de las mallas electrosoldadas, el transporte y la descarga de los materiales estaba bajo la responsabilidad del propio proveedor, los materiales son

traídos en camiones que cuentan con una pluma para poderlos descargar, esto evita la necesidad de emplear mano de obra para hacer este trabajo. Con respecto a las zonas de stock y procesamiento, debido a los espacios amplios del proyecto La Pólvara las áreas destinadas a almacenar las mallas no fueron críticas, las que se entregan listas para utilizarse con plazos de pedido de una semana como máximo para su fabricación, sin necesidad de tener que cortarlas y procesarlas, no se utilizó el sistema de abastecimiento de lotes pequeños *Just-in-Time*. Para los traslados horizontales y verticales, sí hubo una planificación de traslado de los materiales, se nota una gran innovación observada en obra con respecto a las otras empresas constructoras analizadas, después de un análisis de costos se optó por utilizar *Telehandlers* como sistema alternativo económico a alquilar una grúa, además estos equipos son móviles esto le da mayor versatilidad. El medio más utilizado para transmitir información fue vía teléfono e Internet.

El análisis de las soluciones constructivas presentadas abarca parte de la *logística externa* (Ver Ítem 3.1.2.2) ya que formula el planeamiento de la producción: selección de recursos, herramientas, transporte y entrega de insumos hasta la obra así como la *logística interna* (Ver Ítem 3.1.2.2) ya que requiere de información necesaria para la ejecución de los procesos como el almacenamiento y transporte (ORIHUELA, 2009).

Cabe resaltar que para el edificio Cronos, JJC alcanzó las metas de producción que se había trazado al optar por las prelosas prefabricadas, si bien al inicio hubo deficiencias estas se fueron corrigiendo, estos problemas han permitido una retroalimentación para proyectos futuros y las consideraciones a tomar en cuenta antes de usar las prelosas. Para el condominio La Alameda, aún cuando la gestión logística no fue implementada, MG logró culminar la partida de instalación de muros de tabiquería y solaqueo en menor tiempo al estimado inicialmente, se aprendió que se debe implementar el planeamiento de la producción de la nueva solución adoptada (Ver Ítem 5.6). Finalmente, en el proyecto Los Parques del Agustino, gracias al uso de las mallas electrosoldadas a partir del tercer nivel de los edificios se vienen acortando los tiempos de producción.



## CAPITULO 6 - DIRECTRICES Y CONCLUSIONES

En este último capítulo se establecen directrices como resultado del análisis del estudio del caso visto en el capítulo 5, luego se dan las conclusiones y consideraciones finales, posteriormente, se sugieren algunos temas para trabajos futuros.

### 6.1 Identificación de las directrices para mejorar las relaciones entre las empresas constructoras y sus proveedores

A partir de los estudios realizados en las tres empresas proveedoras, se proponen algunas directrices para mejorar las relaciones entre los agentes involucrados en la gestión de la cadena de abastecimiento del subsector edificaciones. SILVA (2000) sugiere que las directrices pueden dividirse en tres niveles: estratégico, estructural y operacional. Los dos primeros se dan dentro del ámbito general de la empresa proveedora mientras que el último puede variar dependiendo del tipo de proyecto.

#### 6.1.1 Nivel estratégico

En este nivel se requiere establecer políticas y procedimientos generales:

Para las empresas constructoras:

- Establecer políticas de integración con aquellos proveedores de los *productos de apoyo* y *productos estratégicos* (Ver ítem 4.8.1) que forman parte de aquellas partidas con mayor incidencia en los costos del proyecto. No es necesario formar alianzas con los proveedores de los *productos no críticos* y *productos cuello de botella*.
- Definir la tecnología a utilizarse en el sistema constructivo para cada tipo de proyecto dependiendo de la limitación de los recursos con los que cuenta.
- Búsqueda y análisis de empresas proveedoras en el mercado que ofrezcan nuevas tecnologías alternativas al sistema tradicional.
- Establecer el criterio del costo total integrado y no considerar sólo los precios unitarios (productividad, condiciones de pago, transporte) para seleccionar proveedores.
- Establecer indicadores *feedback* (ver ítem 3.3.2.3) fases de mejora continua del SCM que permitan aprender de los errores cometidos durante la aplicación de nuevos productos y servicios.
- Establecer sistemas de aprendizaje para recopilar información valiosa de cada proyecto y plasmarlo en un Banco de Información.

- Estandarización de productos y servicios de los proveedores para determinadas partidas del proyecto, esto permite establecer relaciones a largo plazo con los proveedores.
- Elaborar el Plan de Abastecimiento de la nueva solución constructiva, no puede quedarse solo como compromiso sino que deberá ser redactado formalmente y documentado por el responsable del área logística de la constructora.

Para el proveedor:

- Identificación clara de los mercados en los que actúa, determinación del tamaño de la empresa constructora, definir a que sector de empresas apunta su producto para tener claro sus objetivos.
- Establecer estrategias de innovación constante en beneficio de la industria de la construcción. El *feedback* de aprendizaje recolectado por las constructoras será analizado también por el proveedor para plantear mejoras al funcionamiento del producto así como el abastecimiento y las entregas.
- Establecer convenios para la evaluación experimental del sistema introducido (PUCP, UNI, SENCICO), esto permitirá tener un respaldo frente a los competidores.
- Marketing personalizado
- Brindar asesoría técnica a las empresas constructoras durante la utilización de los productos en la instalación para apoyar el control de calidad. Esto le permitirá asumir mayor responsabilidad.

Se recomienda para ambos:

- Respetar el criterio del *Just-in-Time* “Sólo lo necesario cuando es necesario”.
- Búsqueda en conjunto de reducción de desperdicios y aumento de la productividad, si bien no existen compromisos formales de alianzas en los casos estudiados, los proveedores y constructores han entendido que trabajar en conjunto para solucionar problemas de obra trae beneficios a ambos.
- Desarrollar nuevos productos y tecnologías en forma conjunta con el proveedor, no solo materiales sino también servicios que ayuden a resolver problemas y dificultades generados en obra.

De las empresas estudiadas, todas tienen claro que su producto apunta directamente al subsector edificaciones, en el caso de Krone-tec, limita sus clientes

a empresas constructoras que utilizan grúas, CML La Casa, debido a las características de su producto, no tiene restricciones para el porte de las constructoras, sin embargo, se tiene que tener presente que en proyectos para sectores A y B+, el cliente es más exigente con los acabados del muro y prefiere el tarrajeo. En el caso de Prodac, las mallas electrosoldadas apuntan a los EMDL como principal mercado. Una característica común en los tres proveedores es su política de innovación constante en beneficio de las empresas constructoras, además de buscar mayor productividad y reducción de pérdidas en el proceso constructivo, CML La Casa posee manual de instalación que le permite además recopilar información para mejorar su producto, Prodac también posee un manual técnico de información de sus productos y recomendaciones de almacenamiento, aunque no presenta detalles del proceso constructivo en los que se utilizan. Krone-tec y CML La Casa usan un Marketing personalizado como estrategia de comercialización y que les ha resultado exitosa, existe además en los tres proveedores el compromiso de supervisar la utilización de su producto en obra (mayor acercamiento con las constructoras). Los tres proveedores han hecho evaluaciones experimentales con otros institutos de investigación para avalar su producto. Krone-tec y CML La Casa brindan asesoría técnica durante la instalación de sus productos, esto permite reducir deficiencias en la calidad, además, en caso de ser componentes de gran peso, otorga mayor seguridad en su manipulación.

Se observó que el único proveedor que estableció alianzas con otras empresas proveedoras fue Prodac cuando se promocionaron la construcción de EMDL, ellos reconocen que esta etapa fue crucial para el éxito del producto. En los casos analizados no se formaron más alianzas, pero se recomiendan para obtener mayores beneficios tanto para constructores como proveedores, además de las directrices mencionadas, se propone adoptar las recomendaciones presentadas en el ítem 4.8 para la formación de alianzas entre constructores y los diversos proveedores presentes en el mercado, asimismo, se sugiere formar alianzas en el sector construcción siguiendo los principios de ISSATO: Conocimiento mutuo, exploración, expansión, compromiso y separación. (Ver Ítem 4.6.1.).

#### **6.1.2 Nivel estructural**

Este nivel está relacionado a la definición organizacional de la empresa proveedora para tratar temas de gestión vinculados a las relaciones entre constructores y proveedores. Es necesario que el proveedor cuente con profesionales capacitados para conducir la organización.

Para el proveedor:

- Definir a los responsables para la coordinación de entregas *Just-in-Time* con las empresas constructoras y permitir un abastecimiento sincronizado.
- Definir a los responsables para la supervisión de los productos y/o servicios en las obras en los que está presente.
- Definir a los responsables del planeamiento para cada obra. Esto permitirá un servicio adicional del proveedor que lo diferencie de los que se encuentran en el mercado.
- En el caso de brindar mano de obra, determinar al responsable de organizar el proceso de entrenamiento del personal como una forma de prevenir la ocurrencia de problemas en obra como consecuencia de una inadecuada ejecución de los servicios.

Para el constructor:

- Definir al responsable del planeamiento logístico de la nueva solución constructiva a utilizar, dependiendo del grado de complejidad, puede ser el ingeniero de campo o el ingeniero residente.
- Establecer sistemas de información entre los agentes participantes de la cadena de abastecimiento para compartir información en tiempo real (uso de intranets).

De los proveedores analizados, Krone-tec y CML La Casa se caracterizan por hacer entregas *Just-in-Time* esto permite ahorrar espacios en las obras, tanto Krone-tec y CML La Casa cuentan con responsables para supervisar los trabajos en obra (mayor compromiso con el proyecto) es importante disponer de un equipo técnico apto para realizar la supervisión en las obras del cliente, para dar capacitaciones y acompañar a los funcionarios durante la utilización del producto. Ninguno de los proveedores estudiados ha estado utilizando intranets como herramienta para intercambio de informaciones con las empresas constructoras en tiempo real; CML La Casa y Prodac proveen adicionalmente el servicio de mano de obra capacitada para la instalación del producto.

### 6.1.3 Nivel operacional

Pueden ser diferentes para cada obra

- Estudios técnicos y económicos de las alternativas de nuevas soluciones constructivas que se encuentran en el mercado. Los resultados obtenidos pueden variar de acuerdo al tamaño del proyecto.

- Para determinadas partidas, si lo requiere, el proveedor puede proporcionar planos con las especificaciones técnicas de la solución constructiva para asegurar una correcta instalación.
- Incentivos económicos a la mano de obra para aumentar la productividad (destajo) y racionalizar los tiempos en obra, sin embargo, esto requiere de una supervisión exhaustiva para no mermar la calidad del producto final.
- Una característica de elección del producto o servicio será evitar los traslados, movimientos e inspecciones (trabajos contributivos).
- Se recomienda a la oficina técnica trabajar con herramientas Lean como el *Look Ahead Planning* para definir de manera anticipada los recursos que necesitan cuando se opta por una nueva solución alternativa.
- Brindar mano de obra especializada para la ejecución de los servicios en los que estén inmersos sus materiales para que los trabajadores de la empresa constructora se enfoquen hacia las actividades principales.
- Capacitar al personal de la empresa constructora para actividades en las que se utilice nueva tecnología en obra para que adquieran la experiencia adecuada que les permita ejecutar servicios con calidad.
- Como una manera de proteger al proveedor ante fluctuaciones económicas en los precios de los materiales, el constructor debería comprarlos para que el proveedor desarrolle el producto (prefabricado) con su ingeniería y tecnología.
- Introducción de nuevos equipos o herramientas que permitan agilizar las actividades de instalación de las nuevas soluciones constructivas y contribuir al aumento de la productividad.

Es necesario que el proveedor defina al inicio a que sector de las edificaciones pretende introducir soluciones constructivas ya que estos requieren equipos y herramientas adicionales diferentes a los tradicionales.

En los tres casos, se reduce el empleo de la mano de obra y tiempos de instalación. El único proveedor que entrega planos al constructor es Krone-tec esto facilita la instalación del producto. Para el caso de los productos entregados en obra, si bien Krone-tec y La Casa hacen envíos *Just-in-Time* para aprovechar los espacios reducidos en obra, Krone-tec entrega cada elemento debidamente codificado y ordenado al lado de la grúa listo para su izaje.



En el caso de la empresa CML La Casa, sugiere a las empresas constructoras, al implantar la solución constructiva, emplear subcontratistas especializados para la instalación de los muros, en el caso de Krone-tec proveen mano de obra al inicio, pero más adelante lo hacen los mismos trabajadores de la constructora, en el caso de Prodac adicionalmente a la venta de productos ofrece también el servicio de instalación aunque esto depende del sistema de trabajo del constructor, en los otros dos casos, el sistema que se vende no incluye mano de obra, esta tarea es delegada a los trabajadores de la misma constructora o es encomendada a subcontratistas (tercerización). Existen subcontratistas de instalación de placas P-7 y P-10 que trabajan por destajo, esto le permite aumentar su productividad pero siempre deberán ser supervisados por el responsable de la obra. Se ha observado que para el caso de la instalación de muros no portantes con placas P-7 y P-10, la empresa constructora compra el acero de refuerzo para proteger a los instaladores de las fluctuaciones de precio, Krone-tec presenta una estrategia similar ya que los insumos principales: concreto y acero son comprados también por la empresa constructora esto le da protección y exige un grado de acercamiento mayor con el proveedor. La introducción de nuevos equipos y herramientas para la instalación de soluciones constructivas ha sido llevada solo por CML La Casa a través de sus instaladores, los otros dos proveedores no lo han hecho, en parte por la peculiaridad del tipo de trabajo como es el caso de Krone-tec en el que la instalación de las prelosas se hace solo por manipuleo sin tener que cortar el producto. Prodac viene evaluando la introducción de una herramienta que les permita atortolar el alambre a las mallas electrosoldadas de forma más rápida.

## 6.2 Conclusiones

El aumento de la competitividad del subsector edificaciones está relacionada a la mejora de procesos, en este ámbito se encuentran todos los agentes participantes de la cadena de abastecimiento (constructores, proveedores de proyectos, proveedores de materiales, subcontratistas). De acuerdo al análisis del mercado peruano, existe un dominio por parte de los proveedores de materiales como principales agentes de introducción de nueva tecnología.

Es necesario que las empresas constructoras y los proveedores tengan conciencia de las deficiencias técnicas y de gestión, para que estén efectivamente dispuestos a cambiar y comprender los potenciales beneficios que se pueden obtener al usar nuevas soluciones constructivas, así como asumir los desafíos por los cambios realizados. En ese sentido, la empresa constructora deberá estar efectivamente

preparada para introducir la nueva tecnología en los procesos en función a su realidad y a sus necesidades, así como la gestión logística necesaria para que el producto alcance los objetivos trazados. Además, la formación de alianzas con otras empresas al ofrecer nuevas soluciones constructivas al mercado permite ahorrar costos y obtener reconocimiento.

La falta de planeamiento o planeamiento inadecuado en la introducción de soluciones constructivas por parte de los ingenieros de la obra lleva sin duda a pérdidas, por eso es necesario implementar técnicas adecuadas para el planeamiento de las actividades, esto complementada con las mejoras del sistema de gestión de producción constituye un factor fundamental para reducir desperdicios y para aumentar la productividad.

Analizando a los tres proveedores, es imprescindible realizar evaluaciones experimentales de los productos en institutos de investigación especializados que cuenten con credibilidad en el sector para respaldar su funcionalidad y retroalimentar su proceso de desarrollo.

La falta de espíritu emprendedor del proveedor para invertir en nuevos productos y servicios reduce la renovación y modernización del sector. El proveedor debe asumir una postura proactiva con políticas de innovación constante que le permitan asumir mayores responsabilidades en las actividades de construcción y no ser simples suministradores de materiales. Esto le permitirá asumir mayores riesgos pero también, y allí el beneficio, mayores recompensas. En ese sentido, el proveedor deberá presentar estrategias que vayan acorde con las estrategias de las empresas constructoras, invertir en desarrollo tecnológico para agregarle valor al producto edificio. Como se vio en los casos analizados, esto depende de dos condiciones: externa e interna. La condición externa es la situación del mercado actual, si favorece el empleo de nuevas tecnologías y equipo; y la condición interna es la receptividad de la empresa constructora.

### 6.3 Consideraciones finales

Los estudios que contemplan las relaciones entre empresas constructoras y proveedores envuelven a varios agentes: ingenieros, subcontratistas, proveedores, arquitectos, proyectistas, clientes cuya interacción todavía se encuentra poco estudiada en nuestro medio, sin embargo, es necesario definir el papel de cada uno de ellos en nuestros proyectos.

La experiencia recogida de las tres empresas proveedoras puede servir de inspiración, así como brindar directrices y modelos de referencia para otros proveedores que tengan interés en mejorar las relaciones con las empresas constructoras independientemente de su porte, es decir las prácticas identificadas en esos proveedores puede ser seguida y adoptada por otras, según sus posibilidades como estrategia competitiva.

Es necesario empezar a desterrar barreras culturales y organizacionales, que constituyen en dificultades para la integración entre los agentes como el menor precio como criterio principal para seleccionar proveedores sin considerar el impacto de la solución constructiva en el costo total de producción.

Por las características peculiares del sector, las entregas *Just-in-Time* son de gran utilidad para la productividad y la reducción de pérdidas en la industria de la construcción civil al reducir stocks, defectos, espacios en obra.

Antes de pensar en un acercamiento entre empresas constructoras y proveedores es necesario verificar la importancia de la cadena de abastecimiento, la buena gestión que genera reducción de costos, tiempo y mejora continua de la calidad (Ver Item 3.3.2.4) para agregar valor al cliente. El acercamiento implica cambios en las relaciones con el objetivo de crear ambientes de colaboración.

Si bien no se llegó a estudiar a un proveedor de proyectos en el estudio del caso, se sabe que en el subsector edificaciones no existe flujos continuos de elaboración de tales, esto impide la manutención del equipo de proyectos por las empresas constructoras que se haría muy costosa durante la ausencia de nuevas obras. Una buena alternativa para mejorar las relaciones con los proveedores de proyectos será la formación de redes de proyectistas vinculados a las constructoras sin que tengan que formar equipos costosos, es una manera de protegerse de las fluctuaciones del mercado ampliando la competencia técnica y competitiva de constructoras y proveedores de proyectos.

#### 6.4 Recomendaciones para trabajos posteriores

Dado a que el estudio del caso se dio con proveedores de materiales, se recomienda hacer investigaciones con otros agentes involucrados, tal es el caso de los proveedores de proyectos o subcontratistas para poder complementar el estudio realizado.

Los proveedores de equipos y herramientas también son otro grupo relevante que debe ser considerado para el desempeño de la gestión de la cadena de abastecimiento. Todavía no se ha investigado profundamente.

Por otro lado, el trabajo se ha realizado desde la perspectiva del proveedor, aunque se ha complementado con información brindada por las empresas constructores, se sugiere hacer estudios con resultados económicos en determinados proyectos.

Se sugiere realizar investigaciones sobre la logística en obras de construcción civil que implique formas de entrega fuera de la obra (Logística de abastecimiento) o estudios de traslados y movimientos de recursos al interior de la empresa constructora (Logística de obra) para poder establecer directrices para su mejoramiento.

Además, se recomienda hacer estudios sobre métodos de selección de proveedores estableciendo criterios principales ya que el menor precio no es un buen indicador para tomar una decisión. Asimismo, desarrollar una propuesta para la estructuración de alianzas con los proveedores.

**ANEXO A – CARACTERISTICAS DE LA EMPRESA PROVEEDORA****Caso 1: KRONE-TEC****Entrevistado/ cargo:** Ing. Álvaro Calmet – Gerente General**Tiempo de fundación de la empresa:**

- ☐ 0 a 5 años  
☒ 6 a 10 años  
☐ 11 a 20 años  
☐ Más de 20 años

**Número de obras en donde está presente:**

- ☐ 0 a 5 obras  
☐ 6 a 20 obras  
☐ 21 a 50 obras  
☒ Más de 50 obras

**Número de obras en ejecución:**

- ☐ 1 a 3 obras  
☒ 4 a 20 obras  
☐ Más de 20 obras

**Con relación al número de trabajadores de la empresa, marque las siguientes opciones:**

Total General	Total de empleados en obra	Total de empleados en oficina
<input checked="" type="checkbox"/> 1 a 50 empl	<input type="checkbox"/> 1 a 50 empl	<input type="checkbox"/> 1 a 50 empl
<input type="checkbox"/> 101 a 500 empl	<input type="checkbox"/> 101 a 500 empl	<input type="checkbox"/> 101 a 500 empl
<input type="checkbox"/> 501 a 1000 empl	<input type="checkbox"/> 501 a 1000 empl	<input type="checkbox"/> 501 a 1000 empl
<input type="checkbox"/> Más de 1000 empl	<input type="checkbox"/> Más de 1000 empl	<input type="checkbox"/> Más de 1000 empl

**Con relación al uso de la mano de obra subcontratada:**

- ☐ Nunca utiliza  
☒ Utiliza a veces  
☐ Utiliza con frecuencia  
☐ Siempre utiliza  
☐ Utiliza sólo en determinados servicios



**¿Qué tipo de contrato utiliza la empresa con mayor frecuencia?**

- ☐ Subcontratación global de material  
☐ Subcontratación global de material y mano de obra  
☐ Subcontratación global de proyecto, material y mano de obra  
☐ Subcontratación global de proyecto, material, mano de obra y manutención  
☒ Un contrato para cada servicio  
☐ Depende del tipo de obra

**Indique el grado de intensidad que la empresa proveedora ha conducido las acciones mencionadas abajo, buscando mejorar su competitividad.**

	No adopta	Moderada	Intensa
Adquisición de nuevos equipos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contratación de consultores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contratación de nuevos profesionales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Establecimiento de alianzas con los proveedores	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Establecimiento de alianzas con los proyectistas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Establecimiento de alianzas con las constructoras	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Establecimiento de alianzas con los subcontratistas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inversión en informática	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inversión en el planeamiento de la producción	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inversión en proyectos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inversión en recursos humanos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inversión en tecnología de producción	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cambios organizacionales y gerenciales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estandarización de los procedimientos de ejecución	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Participación en seminarios	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Participación en ferias	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Caso 2: CML LA CASA****Entrevistado/ cargo:** Ing. Alejandro Garland – Gerente Comercial**Tiempo de fundación de la empresa:**

- ☐ 0 a 5 años  
☐ 6 a 10 años  
☐ 11 a 20 años  
☒ Más de 20 años

**Número de obras en donde está presente:**

- ☐ 0 a 5 obras  
☐ 6 a 20 obras  
☐ 21 a 50 obras  
☒ Más de 50 obras

**Número de obras en ejecución:**

- ☐ 1 a 3 obras  
☐ 4 a 20 obras  
☒ Más de 20 obras

**Con relación al número de trabajadores de la empresa, marque las siguientes opciones:**

- | Total General                                      | Total de empleados en obra                      | Total de empleados en oficina                      |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> 1 a 50 empl               | <input checked="" type="checkbox"/> 1 a 50 empl | <input type="checkbox"/> 1 a 50 empl               |
| <input checked="" type="checkbox"/> 101 a 500 empl | <input type="checkbox"/> 101 a 500 empl         | <input checked="" type="checkbox"/> 101 a 500 empl |
| <input type="checkbox"/> 501 a 1000 empl           | <input type="checkbox"/> 501 a 1000 empl        | <input type="checkbox"/> 501 a 1000 empl           |
| <input type="checkbox"/> Más de 1000 empl          | <input type="checkbox"/> Más de 1000 empl       | <input type="checkbox"/> Más de 1000 empl          |

**Con relación al uso de la mano de obra subcontratada:**

- ☐ Nunca utiliza  
☐ Utiliza a veces  
☐ Utiliza con frecuencia  
☒ Siempre utiliza  
☐ Utiliza sólo en determinados servicios

**¿Qué tipo de contrato utiliza la empresa con mayor frecuencia?**

- ☐ Subcontratación global de material  
☐ Subcontratación global de material y mano de obra  
☒ Subcontratación global de proyecto, material y mano de obra  
☐ Subcontratación global de proyecto, material, mano de obra y manutención  
☐ Un contrato para cada servicio  
☐ Depende del tipo de obra

**Indique el grado de intensidad que la empresa proveedora ha conducido las acciones mencionadas abajo, buscando mejorar su competitividad.**

	No adopta	Moderada	Intensa
Adquisición de nuevos equipos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contratación de consultores	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contratación de nuevos profesionales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Establecimiento de alianzas con los proveedores	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Establecimiento de alianzas con los proyectistas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Establecimiento de alianzas con las constructoras	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Establecimiento de alianzas con los subcontratistas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Inversión en informática	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inversión en el planeamiento de la producción	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Inversión en proyectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Inversión en recursos humanos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inversión en tecnología de producción	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cambios organizacionales y gerenciales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estandarización de los procedimientos de ejecución	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Participación en seminarios	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Participación en ferias	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**ANEXO A****CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA PROVEEDORA****Caso 3: PRODAC**

**Entrevistado/ cargo:** Ing. Manuel Antonio Aguilar – Gerente Central Unidad Building

**Tiempo de fundación de la empresa:**

- ☐ 0 a 5 años  
☐ 6 a 10 años  
☒ 11 a 20 años  
☐ Más de 20 años

**Número de obras en donde está presente:**

- ☐ 0 a 5 obras  
☐ 6 a 20 obras  
☐ 21 a 50 obras  
☒ Más de 50 obras

**Número de obras en ejecución:**

- ☐ 1 a 3 obras  
☒ 4 a 20 obras  
☐ Más de 20 obras

**Con relación al número de trabajadores de la empresa, marque las siguientes opciones:**

- | Total General                                      | Total de empleados en obra                | Total de empleados en oficina                   |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> 1 a 50 empl               | <input type="checkbox"/> 1 a 50 empl      | <input checked="" type="checkbox"/> 1 a 50 empl |
| <input checked="" type="checkbox"/> 101 a 500 empl | <input type="checkbox"/> 101 a 500 empl   | <input type="checkbox"/> 101 a 500 empl         |
| <input type="checkbox"/> 501 a 1000 empl           | <input type="checkbox"/> 501 a 1000 empl  | <input type="checkbox"/> 501 a 1000 empl        |
| <input type="checkbox"/> Más de 1000 empl          | <input type="checkbox"/> Más de 1000 empl | <input type="checkbox"/> Más de 1000 empl       |

**Con relación al uso de la mano de obra subcontratada:**

- ☐ Nunca utiliza  
☐ Utiliza a veces  
☒ Utiliza con frecuencia  
☐ Siempre utiliza  
☐ Utiliza sólo en determinados servicios

**¿Qué tipo de contrato utiliza la empresa con mayor frecuencia?**


- ☐ Subcontratación global de material  
☐ Subcontratación global de material y mano de obra  
☐ Subcontratación global de proyecto, material y mano de obra  
☐ Subcontratación global de proyecto, material, mano de obra y manutención  
☒ Un contrato para cada servicio  
☐ Depende del tipo de obra

**Indique el grado de intensidad que la empresa proveedora ha conducido las acciones mencionadas abajo, buscando mejorar su competitividad.**

	No adopta	Moderada	Intensa
Adquisición de nuevos equipos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contratación de consultores	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contratación de nuevos profesionales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Establecimiento de alianzas con los proveedores	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Establecimiento de alianzas con los proyectistas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Establecimiento de alianzas con las constructoras	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Establecimiento de alianzas con los subcontratistas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inversión en informática	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inversión en el planeamiento de la producción	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inversión en proyectos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inversión en recursos humanos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inversión en tecnología de producción	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cambios organizacionales y gerenciales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estandarización de los procedimientos de ejecución	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Participación en seminarios	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Participación en ferias	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## ANEXO B – ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS PRODUCTOS DEL PROVEEDOR

	SISTEMAS DE GESTION DE CALIDAD		JJC/ITI-112-C	
	CENTRO EMPRESARIAL EL DERBY S.A.		Revisión:	5
	CENTRO EMPRESARIAL CRONOS		Fecha:	31/03/2009
	ESTRUCTURAS DE CONCRETO		Página:	2 de 7

### 1. OBJETO

La presente instrucción técnica del trabajo (ITT) define los métodos y acciones aplicables para el proceso de construcción de elementos de concreto armado; para la ejecución de los trabajos en la obra **Centro de Negocios Cronos** de propiedad de **Centro Empresarial El Derby S.A.** en adelante el cliente.

### 2. ALCANCE

Aplicable para la ejecución de las estructuras de concreto en la obra y en los talleres designados fuera de la obra.

### 3. REFERENCIAS

- 3.1.1 Especificaciones técnicas del proyecto
- 3.1.2 Planos del proyecto aprobados para construcción.
- 3.1.3 Planos de prelosas aprobados para la construcción
- 3.1.4 Norma ITINTEC 334.009
- 3.1.5 Norma ITINTEC 334.007
- 3.1.6 Normas ACI
- 3.1.7 Normas ASTM

### 4. DEFINICIONES

#### 4.1 Concreto

Elemento resultante de la mezcla homogénea de los componentes de un diseño, en el estado previo a su colocación y que cumple con la especificación establecida en el proyecto y/o por las normas aplicables.

#### 4.2 Segregación de la mezcla

Separación del agregado grueso de la pasta de concreto debido a un mal transporte, vibrado o diseño de mezcla.

#### 4.3 Asentamiento (Slump)

Es la diferencia de alturas entre el molde (Cono de Abrams) y la muestra de concreto una vez desmoldada.

#### 4.4 Aditivos para el concreto

Son las sustancias añadidas al concreto con el propósito de modificar algunas de sus propiedades.

#### 4.5 Sistema de PRELOSAS EUROBAU

La prelosa maciza EUROBAU es un elemento prefabricado de concreto armado de 5cm. De espesor, diseñada y fabricada a medida (variable en forma y dimensiones). Cada prelosa está codificada y puede ser ubicada en los planos suministrados los cuales incluyen una tabla de especificaciones técnicas, en la cual se indica cada prelosa: código, cantidad por planta, ancho, largo, área, peso, acero de refuerzo longitudinal y transversal y cantidad de viguetas que trae.

En la construcción del techo se reemplaza el encofrado completo del fondo de techo con la colocación simple de sucesivas prelosas modulares, apoyadas en sus extremos sobre los encofrados de vigas y sobre soleras convenientemente apuntaladas y distanciadas.

La prelosa está formada por viguetas del tipo triacero (tralicho) distanciadas entre sí a 62.5cm, (+/- 10mm) embebidas parcialmente en una losa de concreto de un espesor generalmente de 5cm., reforzado con acero según los requerimientos de la estructura. El concreto que se emplea es de por lo menos  $F'c=280\text{kg/cm}^2$ . La parte inferior de la prelosa queda totalmente lisa (no requiere ningún acabado posterior), y la superficie superior se deja rugosa y estriada para mejorar la unión con el concreto de obra.

La armadura de acero (positivo) es una malla bi direccional embebida en el concreto (preferiblemente malla electrosoldada), calculada caso a caso según recomendaciones del ingeniero estructural. Esta malla sobresale en los extremos hasta unos 15 cm. Y amarra con las vigas.

ELABORADO POR: J. Buleje	APROBADO POR: R. Vásquez
--------------------------	--------------------------

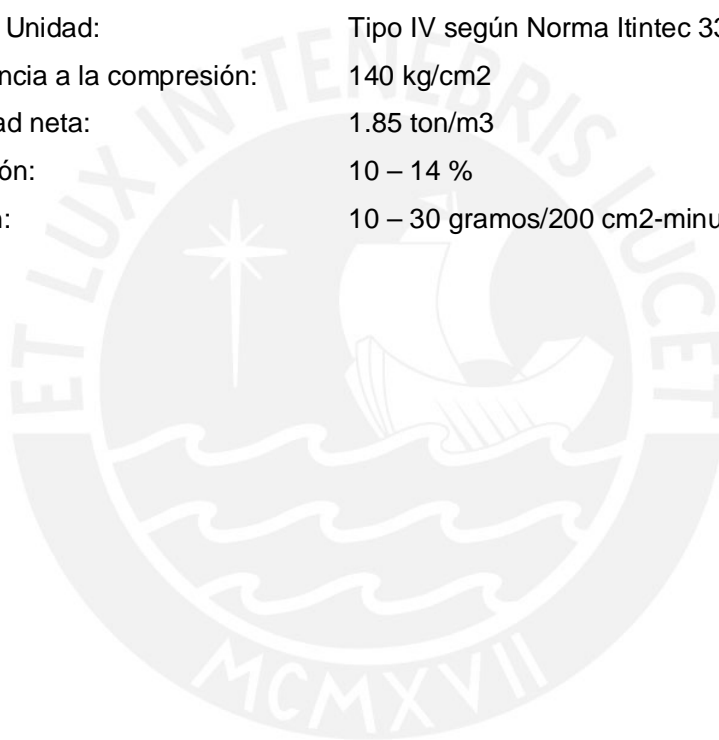


**ANEXO B****Información de las Placas Sílico Calcáreas P-7 y P-10 para muros divisorios:****Características Físicas:**

Producto	Dimensiones	Peso en Kg.	Piezas por m <sup>2</sup>	Perforaciones interiores
Placa P-7	7x50x20	12.5	9.1	No presenta
Placa P-10	10x50x20	14.5	9.1	4 elípticos de 5 x 7 cm.

**Especificaciones Técnicas:**

Tipo de Unidad:	Tipo IV según Norma Itintec 331.032
Resistencia a la compresión:	140 kg/cm <sup>2</sup>
Densidad neta:	1.85 ton/m <sup>3</sup>
Absorción:	10 – 14 %
Succión:	10 – 30 gramos/200 cm <sup>2</sup> -minuto



## Información de los Productos Embolsados para la construcción de muros:

### Tipos de Productos Embolsados:

- **Mortero Grueso:** Especial para el asentado de Placas P-7. Placas P-10, Ladrillo King Kong Normal Sílico Calcáreo o cualquier otra unidad de albañilería de arcilla y de concreto.
- **Mortero Fino:** Especial para tarrajeos de muros, elaboración de derrames, solaques y resanes.
- **Concreto:** Especial para rellenar los alvéolos de Placas P-7, P-10 y P-14, de tal manera de hacer trabajar los fierros estructurales.

**Nota Importante:** Nuestra empresa cumple con la Norma Técnica de Albañilería E070, que señala el uso obligatorio de la cal para la preparación de morteros que nos brinden una adherencia y plasticidad adecuadas. Al ser la cal un insumo químico o producto fiscalizado (IQPF), nuestros morteros facilitan su uso en la construcción, al evitar el delicado trámite administrativo.

### Especificaciones Técnicas:

Peso por bolsa:	40 kg.
Volumen Húmedo:	0.217 m <sup>3</sup> por bolsa
Bolsas por m <sup>3</sup> :	46 bolsas
Almacenamiento:	En un lugar seco, fresco, sin contacto con el suelo, tapado con plástico impermeable. En zona lluviosa almacenar bajo techo.

## ANEXO B

**ESPECIFICACIONES NORMATIVAS PARA DISEÑO EN CONCRETO  
ARMADO EN EL CASO DE EDIFICACIONES CON MUROS DE  
DUCTILIDAD LIMITADA (EMDL)**

## MATERIALES

- 1.1 La resistencia a la compresión del concreto en los EMDL, debe ser como mínimo  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , salvo en los sistemas de transferencia donde deberá usarse  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .
- 1.2 El diseño de mezclas para los muros de espesores reducidos, deberá tomar en cuenta las consideraciones de trabajabilidad.
- 1.3 El acero de las barras de refuerzo en los muros, deberá ser dúctil, de grado 60 siguiendo las especificaciones ASTM A615 y ASTM A706.
- 1.4 Se podrá usar malla electrosoldada corrugada con especificaciones ASTM A496 y A497 con las limitaciones indicadas en 2.2.

## 2 DISEÑO DE MUROS

- 2.1 El espesor mínimo de los muros de ductilidad limitada deberá ser de 0,10 m.
- 2.2 Se podrá usar malla electrosoldada como refuerzo repartido de los muros de edificios de hasta 3 pisos y, en el caso de mayor número de pisos, se podrá usar mallas sólo en los pisos superiores, debiéndose usar acero que cumpla con 1.3 en el tercio inferior de la altura.
- 2.3 En todos los casos el refuerzo concentrado en los extremos de los muros deberá ajustarse a lo indicado en 1.3.
- 2.4 Si se usa malla electrosoldada, para el diseño deberá emplearse como esfuerzo de fluencia, el valor máximo de  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- 2.5 En edificios de más de tres pisos, deberá proveerse del refuerzo necesario para garantizar una resistencia nominal a flexo compresión del muro por lo menos igual a 1,2 veces el momento de agrietamiento de su sección. Esta disposición podrá limitarse al tercio inferior del edificio y a no menos de los dos primeros pisos.



- 2.6 La profundidad del eje neutro, “c”, de los muros de ductilidad limitada deberá satisfacer la siguiente relación:

$$c < \frac{l_m}{600 \times \left( \frac{\Delta_m}{h_m} \right)}$$

Donde:

$l_m$  es la longitud del muro en el plano horizontal,

$h_m$  la altura total del muro y

$\Delta_m$  es el desplazamiento del nivel más alto del muro, correspondiente a  $h_m$ . y que debe ser calculado de acuerdo al artículo 16.4 de la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

Para el cálculo de “c” se deberá considerar el aporte de los muros perpendiculares (aletas) usando como longitud de la aleta contribuyente a cada lado del alma el menor valor entre el 10 % de la altura total del muro y la mitad de la distancia al muro adyacente paralelo. Deberá usarse el mayor valor de “c” que se obtenga de considerar compresión a cada lado del muro.

- 2.7 Cuando el valor de “c” no cumpla con lo indicado en el artículo 2.6, los extremos del muro deberán confinarse con estribos cerrados, para lo cual deberá incrementarse el espesor del muro a un mínimo de 0,15 m. Los estribos de confinamiento deberán tener un diámetro mínimo de 8 mm y un espaciamiento máximo de 12 veces el diámetro de la barra vertical, pero no mayor a 0,20 m.
- 2.8 Cuando de acuerdo a 2.6 no sea necesario confinar los extremos de un muro, el refuerzo deberá espaciarse de manera tal que su cuantía esté por debajo de 1 % del área en la cual se distribuye.
- 2.9 La fuerza cortante última de diseño ( $V_u$ ) debe ser mayor o igual que el cortante último proveniente del análisis ( $V_{ua}$ ) amplificado por el cociente entre el momento nominal asociado al acero colocado ( $M_n$ ) y el momento proveniente del análisis ( $M_{ua}$ ), es decir:

$$V_u \geq V_{ua} \left( \frac{M_n}{M_{ua}} \right)$$

Para el cálculo de  $M_n$  se debe considerar como esfuerzo de fluencia efectivo 1,25  $f_y$

En la mitad superior del edificio podrá usarse 1,5 como valor máximo del cociente ( $M_n/M_u$ )

2.10 La resistencia al corte de los muros, se podrá determinar con la expresión:

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s = \phi (A_c \alpha \sqrt{f'_c}) + \phi (A_c \rho_h f_y)$$

donde  $\phi = 0,85$ , " $A_c$ " representa el área de corte en la dirección analizada, " $\rho_h$ " la cuantía horizontal del muro y " $\alpha$ " es un valor que depende del cociente entre la altura total del muro " $h_m$ " (del suelo al nivel más alto) y la longitud del muro en planta  $l_m$

$$\text{Si } \left( \frac{h_m}{l_m} \right) \leq 1.5 \quad \alpha = 0.8$$

$$\text{Si } \left( \frac{h_m}{l_m} \right) \geq 2.5 \quad \alpha = 0.53$$

$$\text{Si } 1.5 < \left( \frac{h_m}{l_m} \right) < 2.5 \quad \alpha \text{ se obtiene interpolando entre } 0.8 \text{ y } 0.53$$

El valor máximo de  $V_n$  será  $V_n < 2.7 \sqrt{f'_c} A_c$

2.11 El refuerzo vertical distribuido debe garantizar una adecuada resistencia al corte fricción ( $\phi V_n$ ) en la base de todos los muros.

La resistencia a corte fricción deberá calcularse como:

$$\phi V_n = \phi \mu (N_u + A_v f_y)$$

Donde la fuerza normal última ( $N_u$ ) se calcula en función de la carga muerta (NM) como  $N_u = 0,9 \text{ NM}$ , el coeficiente de fricción debe tomarse como  $\mu = 0,6$  y  $\phi = 0,85$ . Excepcionalmente cuando se prepare adecuadamente la junta se tomará  $\mu = 1,0$  y el detalle correspondiente se deberá incluir en los planos.

- 2.12 El refuerzo vertical de los muros deberá estar adecuadamente anclado, en la platea de cimentación (o en losa de transferencia), para poder desarrollar su máxima resistencia a tracción, mediante anclajes rectos o con gancho estándar de 90°; las longitudes correspondientes a ambos casos deberán estar de acuerdo a lo señalado en la NTE E.060 Concreto Armado.
- 2.13 Cuando excepcionalmente se decida empalmar por traslape todo el acero vertical de los muros de un piso, la longitud de empalme ( $l_e$ ) deberá ser como mínimo dos veces la longitud de desarrollo ( $l_d$ ), es decir  $l_e = 2 l_d$ . En los casos de mallas electrosoldadas se deberá usar  $l_e = 3 l_d$ .
- 2.14 El recubrimiento del acero de refuerzo en los extremos de los muros deberá ser como mínimo de 2,5 cm. En los casos de elementos en contacto con el terreno se deberá incrementar el espesor del muro hasta obtener un recubrimiento mínimo de 4 cm.
- 2.15 La cuantía mínima de refuerzo vertical y horizontal de los muros deberá cumplir con las siguientes limitaciones:
- Si  $V_u > 0.5 \phi V_c$  entonces  $\rho_h \geq 0.0025$  y  $\rho_v \geq 0.0025$
- Si  $V_u < 0.5 \phi V_c$  entonces  $\rho_h \geq 0.0020$  y  $\rho_v \geq 0.0025$
- Si  $\frac{h_m}{l_m} \leq 2$  la cuantía vertical de refuerzo no deberá ser menor que la cuantía horizontal.

Estas cuantías son aplicables indistintamente a la resistencia del acero.

### 3 DISEÑO DE LOSAS DE ENTREPISO Y TECHO

- 3.1 Se podrá emplear malla electrosoldada para el diseño de las losas, debiéndose cumplir los espaciamientos máximos indicados en el Sección 11.5.4 de la NTE E.060 de Concreto Armado.
- 3.2 Se podrá emplear redistribución de momentos hasta en un 20 %, sólo cuando el acero de refuerzo cumpla con 1.3.

#### 4 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA

- 4.1 En edificios con muros discontinuos pero que satisfacen los requerimientos del acápite 4.1.b de las especificaciones complementarias de diseño sismorresistente, el sistema de transferencia (parrilla, losa y elementos verticales de soporte) se deberá diseñar empleando un factor de reducción de fuerzas sísmicas (RST) igual al empleado en el edificio R dividido entre 1,5, es decir  $RST = R / 1,5$ .
- 4.2 En los edificios con muros discontinuos descritos en el acápite 4.1.e de las especificaciones complementarias de diseño sismorresistente, para todos los muros que descansan en el nivel de transferencia, se calcularán las resistencias nominales a flexión ( $M_n$ ) asociadas a cada valor de la carga axial,  $P_u$ . Los valores de  $M_n$  y  $P_u$  se amplificarán por 1,2 y se usarán en las combinaciones de diseño usuales en las que se incluirán además las cargas directamente aplicadas en el nivel de transferencia.

#### 5 DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

- 5.1 Cuando se decida emplear plateas superficiales de cimentación sobre rellenos controlados, se deberá especificar en los planos del proyecto la capacidad portante del relleno en la superficie de contacto con la platea, así como sus características (densidad mínima, profundidad, espesor, etc.).
- 5.2 Las plateas deberán tener uñas con una profundidad mínima por debajo de la losa o del nivel exterior, el que sea más bajo, de 0,60 m en la zona de los límites de propiedad y 2 veces el espesor de la losa en zonas interiores.

**ANEXO C – PLANOS Y SECTORES DE LAS PRELOSAS ENTREGADOS  
POR KRONE-TEC AL CLIENTE PARA EL PROYECTO CENTRO  
EMPRESARIAL CRONOS**

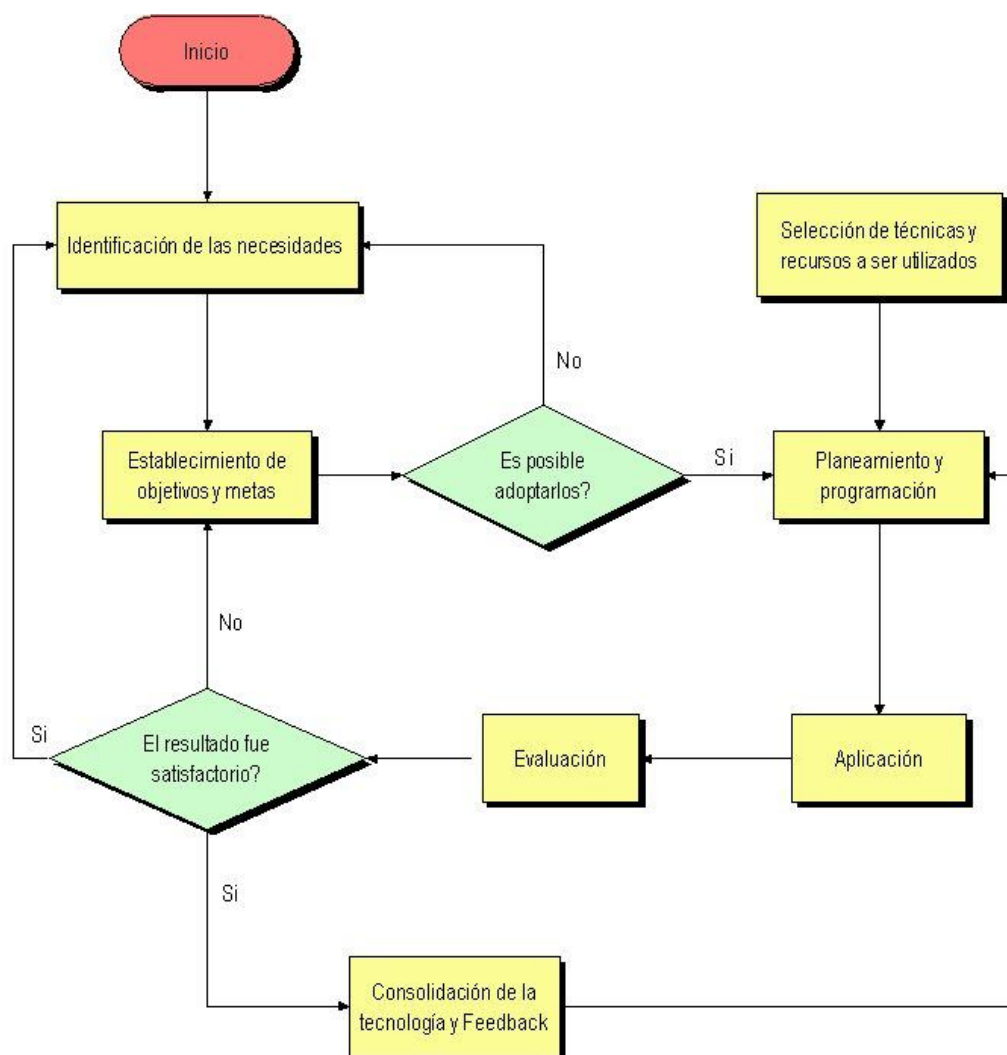




**ANEXO D – PLANOS PRELIMINARES DE ESTRUCTURAS DE UN EDIFICIO  
MULTIFAMILIAR DEL PROYECTO LOS PARQUES DEL  
AGUSTINO EN EL QUE SE USARON LAS MALLAS  
ELECTROSOLDADAS.**



## ANEXO E – CONSIDERACIONES A TOMAR EN LA ADOPCION DE LAS TRES SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS ESTUDIADAS



**Flujograma de adopción de nuevas soluciones constructivas para empresas constructoras.**

Identificación de las necesidades, es necesario identificar las necesidades que se requieren en la obra cuando se adopta una nueva solución constructiva, que llevará a cambios de materiales, herramientas y entrenamiento de mano de obra.

Establecimiento de objetivos y metas, los objetivos de la adopción de las soluciones constructivas deben apuntar al cumplimiento de las metas, como establecer rendimientos a obtener o reducir el material de desperdicios que entorpecen la circulación de los trabajadores.

Es posible adoptarlos, evaluar si se cuenta con mano de obra calificada y tecnología adecuada, si no tomar las medidas necesarias (capacitación técnica de la mano de obra o subcontrato de mano de obra). El costo total integrado que implica adoptar las nuevas soluciones constructivas.

Selección de técnicas y recursos a ser utilizados, identificación de las interfases entre actividades, definición de los procesos constructivos, alquiler de equipos para transporte vertical (grúa, *Telehandler*, elevadores), horizontal (montacargas) y cronogramas de llegada de los productos a obra. Así como la definición de los mecanismos de intercambio de información que funcionarán tanto en la etapa de planeamiento como en la etapa de ejecución de la obra.

Planeamiento y programación, definir espacios disponibles durante toda la etapa de ejecución para el almacenamiento de los productos, espacios en obra para procesar los productos adquiridos antes de usarse (modulación y cortado de placas P-7 y P-10, habilitación del acero), accesos y recorridos. Determinar que técnicas se usarán, definir los criterios de evaluación de los resultados. Trazar metas de producción, definir el plan de ataque. Elaboración del planeamiento detallado Look Ahead Planning a partir del cronograma general de la obra para la ejecución de las actividades en las que estará envuelto el nuevo producto.

Aplicación, se pone en práctica el planeamiento adoptado, se debe tener cuidado de que los recursos necesarios deben estar disponibles cuando se inician las actividades en el que el uso de los productos están presentes.

Evaluación, revisión de la programación, reuniones periódicas entre el representante del proveedor y los ingenieros de obra (ingeniero residente, ingeniero de campo, ingeniero de calidad) para ver el avance de la producción. Síntesis de los puntos críticos encontrados durante la ejecución de los trabajos, errores y desperdicios observados, identificación de los recursos no disponibles, evaluación de las condiciones actuales.

El resultado fue satisfactorio, a partir de las reuniones periódicas, analizar los puntos de control establecidos en el planeamiento si se ha cumplido con las metas trazadas, caso contrario, determinar las principales deficiencias que evitaron el cumplimiento de la programación.

Consolidación de la tecnología y *feedback*, para corregir los problemas presentados en obra es necesario que se investigue su causa para que se actúe correctamente, recoger la información de los defectos encontrados durante el uso de los productos, redactar reportes y presentarlos al proveedor, la búsqueda en conjunto de las soluciones permitirá aprender de nuestros errores; y retroalimentar el planeamiento, programación y los procesos de producción para las nuevas soluciones constructivas adoptadas. Cuando se haya verificado que el planeamiento tuvo resultados satisfactorios registrarlo en un Banco de Información que nos será muy útil en proyectos futuros.



## BIBLIOGRAFÍA

ALVES, Patrícia M.; **Relacionamento cliente/fornecedor na indústria da construção civil: Novas tendências voltadas para um contexto de qualidade e produtividade.** Santa Catarina, 1997. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina.

AMORIM, Sergio L.; **Tecnologia, organização e produtividade na construção.** Rio de Janeiro, 1995. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 210p.

AMORIM, Sergio L.; **Inovações tecnológicas nas edificações: Papéis diferenciados para construtores e fornecedores.** En. Gestão & Produção, São Carlos, 1996. (v.3, n.3, p. 262-273).

ARELLANO, Rolando; **El “boom” de la construcción.** En: Marketing, investigación y consultoría. Centrum Católica, 2008.

AZEVEDO, Giancarlo de F.; **Capacitação e qualificação de subempreiteiros na construção civil.** São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 141p.

BALLOU, Ronald H.; **Logística: Administración de la cadena de suministros.** Trad. Carlos Mendoza, Monterrey, Ed Prentice Hall, 2004, 816p.

BARROS, Amanda G.; **Subcontratação: Uma opção estratégica para a produção.** São Paulo, 2001. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 125p.

BERTELSEN, Sven; NIELSEN, Jorgen; Just-in-time logistics in the supply of building materials. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSTRUCTION INDUSTRY DEVELOPMENT: BUILDING THE FUTURE TOGETHER, Singapore, 1997.

BOLOMUNE, Yemisi; **Supply Chain Management: A review of relevant literature and theory.** Bedfordshire, 2000. Cranfield School Management, Cranfield University.

BRANDLI, Luciana L. **A estratégia de subcontratação e as relações organizacionais na construção civil de Florianópolis.** Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

CARDOSO, Francisco F.; Importância dos estudos de preparação e da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios. In: 1º SEMINÁRIO INTERNACIONAL: Lean Construction. São Paulo, 1996.

CONSTRUCTIVO Revista; Ahorre costos con acero a la medida y mallas electrosoldadas de Prodac. Artículo técnico. Disponible en: <http://www.constructivo.com>. Acceso en mayo del 2009.



CHRISTINA, Leda de C.; HERMIDA, Rogério; Relacionamento clientes-fornecedores sob a ótica da qualidade: um estudo em construtoras baianas participantes do PBQP-H/QUALIOP. En: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. São Paulo, 2004, 15p.

CHRISTOPHER, Martin; **Logistics and Supply Chain Management: strategies for reducing cost and improving service**, 2da ed, London, Pitman Publishing, 1997, 304p.

DELGADO, Raúl J.; PEÑA, Catalina R.; **Edificios peruanos con muros de concreto de ductilidad limitada**. Lima, 2006. Tesis de pregrado – Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú.

ESTRUCH, Ignasi; **La importancia de establecer alianzas estratégicas con nuestros proveedores**, Artículo técnico, Ribate, Madrid, 2007.

FABRICIO, Márcio M.; Globalização e a Cadeia Produtiva da Construção de Edifícios In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGE'2000: Anais. São Paulo: USP/ABEPRO, 2000.

FABRICIO Márcio M.; MELHADO, Silvio B.; A importância do estabelecimento de parcerias construtora-projetistas para a qualidade na construção de edifícios. En: VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO, Florianópolis, 1998.

FABRICIO, Márcio M.; MELHADO, Silvio B.; SILVA, Fred B. da; Parcerias e estratégias de produção na construção de edifícios. En: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGE'P, Rio de Janeiro, UFRJ/ABEPRO, 1999.

FONTANINI, Patrícia S.; PICCHI, Flávio A.; Mentalidade enxuta na cadeia de fornecedores da construção civil – aplicação de macro-mapeamento. En: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO III SIBRAGEC, São Carlos, 2003.

FRAENKEL, Jack R.; WALLEN, Norman E.; **How to design and evaluate research in education**. Third Edition, New York, McGraw-Hill, 1996.

FRANKEL, Robert; WHIPPLE, Judith S.; FRAYER, David; **Formal versus Informal Contracts: achieving alliance success**. The International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 26, No. 3, p. 47-63, 1996.

GHIO, Virgilio C.; **Productividad en obras de construcción. Diagnóstico, Crítica y Propuesta**. Lima, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2001, 196p.

GRAMKOW, Alessandra; Inovações tecnológicas e impactos na qualidade de vida dos Trabalhadores. En: XXI SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA - USP/PGT, 2000.

HAGA, Heitor; SACOMANO, José; Gestão da rede de suprimentos na construção civil: Integração a um sistema de administração da produção. En: CONGRESSO LATINO-AMERICANO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: SOLUÇÕES PARA O TERCEIRO MILÊNIO, São Paulo, 1998.

HALLEY, Washington L.; SANTIN, Nilson J.; **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. Revista Integração. Nº 37, p.97-102 Abr./May./Jun. 2004, São Paulo.

HARBACK, Herbert F.; BASHAM, Donald L.; BUHTS, Robert E.; **Partnering Paradigm**. Journal of Management in Engineering, January/February, 1994, pp. 23-27.

HAY, Edward J.; **Justo a tiempo: La técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva**. Trad. Margarita Cárdenas, Bogotá, Editorial Norma, 2002, 218p.

ISATTO Eduardo L.; **As relações entre empresas construtoras de edificações e seus fornecedores de materiais**. Porto Alegre, 1996. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
Disponible en: <http://www.infohab.org.br/> Acceso en noviembre del 2008.

IZQUIERDO, Jorge L.; Productividad en proyectos de construcción. En: Diplomado en Gerencia de la Construcción – 11va Ed. Escuela de Postgrado, Universidad de Ciencias Aplicadas, Lima, 2008

KOSKELA, Lauri; **Application of the new production philosophy to construction**. CIFE Technical Report Nº72, Stanford University, 1992. Disponible en: <http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/Koskela-TR72.pdf>. Acceso en Marzo del 2009.

KOSKELA, Lauri; VRIJHOEF, Ruben; **Roles of supply chain management in construction**. Proceedings IGLC-7, University Of California, Berkeley, California, 1999.

LAMBERT, Douglas M.; **Strategic logistics management**. Homewood: R. D. Irwin, 1993.

LASETER, Timothy M.; **Alianzas estratégicas con proveedores: Un modelo de abastecimiento equilibrado**. Bogotá, Editorial Norma, 2000, 281p.

MARTINS, Marcelo G.; BOTTURA, Mercia M.; **A formação de parcerias como alternativa para impulsionar a inovação na produção de edifícios**. Boletim técnico, BT/PCC/391, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2005.

MARTINS, Marcelo G.; **A inovação tecnológica na produção de edifícios impulsionada pela indústria de materiais e componentes**. São Paulo, 2004. Dissertação (mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 154p.

NOVOA, Giovanna; HERMOZA, Gustavo; SAN BARTOLOME, Angel; **Comportamiento sísmico de un tabique fijo hecho con placa p-7**. Lima, 2006. Disponible en: <http://blog.pucp.edu.pe/media/688/20070427-Placa%20P-7.pdf>. Acceso en Marzo del 2009.

O'GRADY, **Just-in-time: una estrategia fundamental para los jefes de producción**. Trad. Instituto Internacional de Finanzas, Barcelona, Ed McGraw-Hill, 1992, 144p.

OLSSON, Fredrik; **Supply Chain Management in the Construction Industry - Opportunity or utopia?** Lund, 2000, Thesis for the degree Licentiate in Engineering, Department of Design Sciences, Logistics, Lund University, 169p.

ORIHUELA, Pablo; ULLOA, Karen; Selección de insumos de construcción en obras de edificación. En: SEMINARIO DE PLANIFICACION Y GESTION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. CAP, Lima, 2009. Disponible en: <http://www.motiva.com.pe>. Acceso en julio del 2009.

PINHO, Celso R.; **Alianças Estratégicas: Conceituação, Sistematização e Avaliação.** Rio de Janeiro, 1998. Dissertação (mestrado) – Instituto Coppead de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 170 p.

REIS, Palmyra; MELHADO, Silvio; A influência do atual relacionamento entre as empresas construtoras e seus fornecedores de materiais e componentes sobre a qualidade do processo construtivo. En: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Florianópolis, 1998.

RODRIGUES, Margareth; DOMINGOS, Antonio; PERUCHI, Mônica; **Evoluções no Atendimento aos Clientes e seus Impactos na Logística e na Cadeia de Suprimentos: o Caso de uma Joint-venture Fabricante de Freios.** RAC-Eletrônica, v.1, n.3, art. 1, p. 1-13 Set./Dez. 2007, Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração, Rio de Janeiro, 2007.

ROSSI, Max T.; El planeamiento mediante el Look Ahead Schedule - Lean Construction. Educación Ejecutiva en: Construction Management. En SEMINARIO DE ESPECIALIZACIÓN PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS, Lima, 2007.

SAN BARTOLOME, Angel; **Comportamiento a carga lateral de muros delgados de concreto reforzados con mallas electrosoldada y acero dúctil.** Lima, 2006. Disponible en: <http://www.adgavi.net>. Acceso en Mayo del 2009.

SAN MARTIN, Alberto P.; FORMOSO, Carlos T.; **Gerenciando a inovação tecnológica da construção enxuta e objetivos competitivos.** Entac, 2000.

SANTOS, Luis E.; **Alianças estratégicas como fontes geradoras de vantagens competitivas sustentáveis: o caso Embraer.** Rio de Janeiro, 2005. Dissertação (Mestrado) – Instituto Coppead de Administração, Universidade de Federal de Rio de Janeiro, 339p.

SCARDOELLI, Lisiane; DE FÁTIMA, Maria, FORMOSO, Carlos; HEINECK Luis; **Melhorias de Qualidade e Produtividade: Iniciativas das Empresas de Construção Civil.** Porto Alegre, Sebrae, 1994.

SEGATTO, Fabia C.; **Sistemas logísticos reversos na indústria da construção civil – Estudio da cadeia produtiva de chapas de gesso acartonado.** São Paulo, 2007. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 365p.

SERRA, Daniel F.; **La logística empresarial en el nuevo milenio,** Barcelona, Ed. Gestión 2000, 2005, 255p.

SILVA, Fred B. da; **Conceitos e diretrizes para gestão da logística no processo de produção de edifícios.** São Paulo, 2000. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 203p.

SOIBELMAN, Lucio; Material de desperdicio en la industria de la construcción: Incidencia y Control. En: 7º SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE INGENIERIA CIVIL. Monterrey, 2000.

SOUZA, Ana L.; BARROS, Mercia M.; MELHADO, Silvio B.; **Projeto e Inovação Tecnológica na Construção de Edifícios: Implantação no Processo Tradicional e em Processos Inovadores**. Boletim técnico, BT/PCC/145, São Paulo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1995.

TENÓRIO, Erika P.; **Novas tecnologias construtivas para produção de vedações verticais: Diretrizes para treinamento da mão-de-obra**. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

VARGAS, Nilton; **Tendências de mudanças na indústria da construção**. Revista obra, ano 4, Nº44, Fevereiro, 1993.

VILLAGARCÍA, Sofía L.; **Diretrizes para a elaboração de um modelo de gestão dos fluxos de informações como suporte à logística em empresas construtoras de edifícios**. São Paulo, 2000. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 214p.

VILLAGARCÍA, Sofía L.; Logística en la construcción. En: Diplomado en Gerencia de la Construcción – 11va Ed. Escuela de Postgrado, Universidad de Ciencias Aplicadas, Lima, 2008

WOOD, Thomas; KNÖRICH, Paulo; **Supply Chain Management**. Revista de Administração de empresas. RAE, v.38, n.3, p.55-63 Jul./Set. 1998, São Paulo.

WOMACK, James P.; JONES Daniel T.; ROOS, Daniel; SAMMONS Donna; **La máquina que cambió el mundo**. Trad. Francisco Ortiz, Madrid, Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España S.A., 1992, 292p.